

**VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM  
GEBIET DES PATENTWESENS**

**PCT**

REC'D 28 JUL 2004

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT**

PCT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Annehmers oder Anwalts 55412 Müpn	<b>WEITERES VORGEHEN</b> <small>siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/PEA416)</small>	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/10970	Internationales Anmeldeatum (Tag/Monat/Jahr) 02.10.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 18.10.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01C19/56		
Annehmer LITEF, GMBH et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Annehmer gemäß Artikel 36 übermittelt.

2. Dieser BERICHT umfasst insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

Diese Anlagen umfassen insgesamt 6 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I  Grundlage des Bescheids
- II  Priorität
- III  Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erforderliche Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV  Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V  Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI  Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII  Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII  Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

EPO -DG 1

03.09.2004

117

Datum der Einreichung des Antrags 30.12.2003	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 27.07.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde   Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx. 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter  Springer, O Tel. +49 89 2399-2619



## **INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/10970

## I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der Bestandteile der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

## Beschreibung, Seiten

1-12 in der ursprünglich eingereichten Fassung

### **- Ansprüche, Nr.**

1-16 in der ursprünglich eingereichten Fassung

## **Zeichnungen, Blätter**

12-22 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der Sprache: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

**4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:**

- Beschreibung, Seiten:
- Ansprüche, Nr.:
- Zeichnungen, Blatt:

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER  
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/10970

5.  Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung Neuheit (N)	Ja: Ansprüche 1 bis 16
	Nein: Ansprüche
Erfinderische Tätigkeit (IS)	Ja: Ansprüche 1 bis 16
	Nein: Ansprüche
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA)	Ja: Ansprüche 1 bis 16
	Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

siehe Beiblatt

**Zu Punkt V: Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit,  
der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit;  
Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung:**

**1. Technisches Gebiet:**

Die Erfindung betrifft einen Corioliskreisel und ein Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Auslese- mit der Anregungsfrequenz eines Corioliskreisels.

**2. Unabhängige Ansprüche:** Ansprüche 1 (Verfahren) und 11 (Vorrichtung).

**3. Stand der Technik:**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: WO-A-97 45699; UNIVERSITY OF CALIFORNIA; 4. Dezember 1997

D2: WO-A-99 19734; IRVINE SENSORS CORP; 22. April 1999

**Dokument D1**, welches als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart einen Corioliskreisel mit Frequenzabgleich durch Anlegen einer Gleichspannungs-Vorspannung (Bias) an die Ausleseelektroden.

**Dokumente D2** beschreibt einen Corioliskreisel mit Frequenzabgleich durch Anlegen einer Kraft an den Resonator.

**4. Neuheit - Artikel 33(2) PCT**

**4.1 Unabhängige Ansprüche 1 und 11:**

Der Gegenstand der unabhängigen Ansprüche 1 und 11 unterscheidet sich vom nächstliegenden Stand der Technik nach Dokument D1 dadurch, dass die Vorspannung, respektive Störkraft so angelegt ist, dass die Anregungsschwingung unbeeinflusst bleibt und nur das Auslesesignal der Ausleseschwingung den Störanteil enthält und dass die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass dieser Störanteil möglichst klein wird. Somit ist der Gegenstand der Ansprüche 1 und 11 neu gegenüber Dokument D1. Dokument D2 ist weniger relevant.

**5. Erfinderische Tätigkeit - Artikel 33(3) PCT**

**5.1 Unabhängige Ansprüche 1 un 11:**

Durch dieses Verfahren und diese Anordnung wird die objektive technische Aufgabe gelöst, eine sehr genaue, jedoch einfache Frequenzabstimmung durchzuführen. Da die Anregungsschwingung unbeeinflusst bleibt, ändert sich der Einfluss der Corioliskraft auf den Resonator nicht. Durch das Minimieren des Störanteils im Auslesesignal ergibt sich ein einfaches und doch sehr exaktes Verfahren zur Frequenzabstimmung. Solch eine Anordnung bzw. ein Verfahren ist aus dem zitierten Stand der Technik weder bekannt noch nahegelegt. Die Anforderungen an Artikel 33(3) PCT sind somit erfüllt.

**5.2 Abhängige Ansprüche 2 bis 10 und 12 bis 16:**

Die abhängigen Ansprüche 2 bis 10 und 12 bis 16 betreffen zusätzliche Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 bzw. 11, auf die sie sich beziehen und der Gegenstand dieser Ansprüche wird aus diesem Grund für neu und erfinderisch angesehen.

**6. Industrielle Anwendbarkeit - Artikel 33(4) PCT**

Die in den Ansprüchen 1 bis 16 beanspruchte Erfindung ist industriell anwendbar auf dem Gebiet der Corioliskreisel.

**7. Klarheit - Artikel 6 PCT**

Die Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Artikels 6 PCT, weil der Anspruch 11 nicht klar ist:

**7.1 Unabhängiger Anspruch 11:**

Der unabhängiger Anspruch 11 bezieht sich auf einen Corioliskreisel. Allerdings werden im gesamten Anspruch keinerlei technische Merkmale dieses Corioliskreisels, wie z.B. Resonator, Anregungs- und Ausleseeinheiten, erwähnt. Der Wortlaut des Anspruchs beschreibt lediglich eine Vorrichtung zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung, auf die Frequenz der Anregungsschwingung eines Corioliskreisels. Dies führt zu einer Unklarheit, welche jedoch in einer eventuell nachfolgenden regionalen Phase leicht zu beheben ist.

**8. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Das auf Seite 10, Zeilen 22ff der Beschreibung beschriebene alternative zweite Verfahren wird in den Ansprüchen nicht erwähnt und hätte deshalb als eindeutig nicht zu Erfindung gehörend gekennzeichnet werden sollen (z.B. als "Beispiel" bezeichnet).

Dies gilt ebenso für das auf S. 11, Z. 16ff beschriebene alternative dritte Verfahren.

Die auf S. 12, Z. 29-30 der Beschreibung zitierten Patentanmeldungen hätten mit ihrer Veröffentlichungsnummern angegeben werden sollen (siehe auch die PCT internationalen vorläufigen Prüfungsrichtlinien C-II, 4.18).

Die Formulierung "*Der gesamte Inhalt der Patentanmeldungen ... sei hiermit in die Beschreibung mit aufgenommen*" auf S. 12, Z. 32-33 der Beschreibung hätte gelöscht werden sollen (siehe die PCT internationalen vorläufigen Prüfungsrichtlinien C-II, 4.17).

Um die Erfordernisse der Regel 5.1(a)(ii) PCT zu erfüllen, wären in der Beschreibung die Dokumente D1 und D2 zu nennen gewesen; der darin enthaltene einschlägige Stand der Technik hätte kurz umrissen werden sollen

Diese Mängel sind in einer eventuell nachfolgenden regionalen Phase leicht zu beheben.

**Gleichzeitige PCT Anmeldungen:**

EP03/11090 ist eine gleichzeitige PCT Anmeldung zu der vorliegenden Anmeldung mit gleichem wirksamen Datum. Der Schutzzumfang der Ansprüche 1 bis 6 der vorliegenden Anmeldung ist der gleiche wie in EP03/11090 und beide Anmeldungen wurde vom selben Anmelder eingereicht. Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass in einer eventuell folgenden regionalen Phase, eine oder beide Anmeldungen so zu ändern sind, dass sie nicht länger die gleiche Erfindung beanspruchen, oder es muss unter diesen Anmeldungen eine ausgewählt werden, die im Hinblick auf die Patenterteilung bearbeitet werden soll (siehe die PCT internationalen vorläufigen Prüfungsrichtlinien, IC IV-6.3).



EPA / EPO / OEB  
D - 80298 München  
089 / 2399 - 0  
Tx 523 656 epmu d  
Fax 089 / 2399 - 4465

Europäisches Patentamt  
European Patent Office

Office européen des brevets

2)

EPA / EPO / OEB : D-80298 München

Müller-Hoffmann & Partner  
Innere Wiener Strasse 17  
  
D-81667 München

Nr. der Anmeldung / Application No. / Demande de brevet no

PCT/EP 03 / 10970

Tag des Eingangs / Date of receipt / Date de réception

02.10.03

Zeichen des Anmelders / Vertreter - Applicant / Representative ref. no.  
- Référence du demandeur ou du mandataire

55412 Mü/rs

Anmelder / Applicant / Demandeur :

LITEF GMBH

Datum / Date

06.10.03

### **Empfangsbescheinigung / Receipt for documents / Récépissé de documents**

Das Europäische Patentamt bescheinigt hiermit den Empfang folgender Dokumente:

The European Patent Office hereby acknowledges the receipt of the following:

L'Office européen des brevets accuse réception des documents indiqués ci-dessous:

A. Internationale Anmeldung / International application / Demande internationale	Stückzahl / No.of copies / Nombre d'exemplaires	
<input checked="" type="checkbox"/> Antrag / Request / Requête	1	Kopie der allgemeinen Vollmacht Copy of general power of attorney Copie du pouvoir général
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil) <input checked="" type="checkbox"/> Description (excluding sequence listing part) <input checked="" type="checkbox"/> Description (sauf partie réservée au listage des séquences)	3	<input type="checkbox"/> Prioritätsbeleg(e) <input type="checkbox"/> Priority document(s) Document(s) de priorité
<input checked="" type="checkbox"/> Patentansprüche / Claim(s) / Revendication(s)	3	<input checked="" type="checkbox"/> Blatt für die Gebührenberechnung Fee calculation sheet Feuille de calcul des taxes
<input checked="" type="checkbox"/> Zusammenfassung / Abstract / Abrégé	3	<input checked="" type="checkbox"/> Abbuchungsauftrag Debit order Ordre de débit
<input checked="" type="checkbox"/> Zeichnung(en) / Drawing(s) / Dessin(s)	3	Währung/Currency/Monnaie Betrag/Amount/Montant
Sequenzprotokollteil der Beschreibung <input type="checkbox"/> Sequence listing part of description <input type="checkbox"/> Partie de la description réservée au listage des séquences		Euro 1969,-
<input type="checkbox"/> Diskette / Disquette		<input type="checkbox"/> Scheck Cheque Chèque
		Ausfüllung freigestellt / Optional / facultatif
		Sonstige Unterlagen (einzelnen aufführen) <input type="checkbox"/> Other documents (specify) Autres documents (préciser)
B. Beigefügte Dokumente / Accompanying documents / éléments joints		
<input type="checkbox"/> Gesonderte unterzeichnete Vollmacht Separate signed power of attorney Pouvoir distinct signé		

Die genannten Unterlagen sind am oben genannten Tag eingegangen. Die in der Kontrollliste (Feld VIII) des PCT-Antragformulars RO/101 angegebenen Blattzahlen wurden bei Eingang nicht geprüft. Die Anmeldung hat ebenfalls oben angeführte Anmeldenummer erhalten / The said items were received on the date indicated above. No check was made on receipt that the number of sheets indicated in the check list (box VIII) of the PCT Request Form RO/101 were correct. The application has been assigned the above-indicated application number / Les documents mentionnés ont été reçus à la date indiquée. L'exactitude du nombre de feuilles indiqué au bordereau (cadre VIII) du formulaire de requête PCT RO/101 n'a pas été contrôlée lors du dépôt. Le numéro figurant ci-dessus a été attribué à la demande de brevet.

Unterschrift / Amtsstempel / Signature / Official Stamp / Signature / Cachet officiel

Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

D-80298 München

K. Staron

# PCT

## ANTRAG

Der Unterzeichnete beantragt, daß die vorliegende internationale Anmeldung nach dem Vertrag über die internationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Patentwesens behandelt wird.

Vom Anmeldeamt auszufüllen

Internationales Aktenzeichen	
Internationales Anmeldedatum	
Name des Anmeldeamts und "PCT International Application"	
Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts (falls gewünscht) (max. 12 Zeichen) 55412 Mü/rns	
<b>Feld Nr. I BEZEICHNUNG DER ERFINDUNG</b> Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfrequenz eines Corioliskreisels	
<b>Feld Nr. II ANMELDER</b> <input type="checkbox"/> Diese Person ist gleichzeitig Erfinder  Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)  LITEF GMBH Lörracher Str. 18 D-79115 Freiburg DE	
Telefonnr.:  Telefaxnr.:  Fernschreibnr.:  Registrierungsnr. des Anmelders beim Amt:	
Staatsangehörigkeit (Staat): DE	Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE
Diese Person ist Anmelder <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten <input checked="" type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme <input type="checkbox"/> der Vereinigten Staaten von Amerika <input type="checkbox"/> nur die Vereinigten Staaten von Amerika <input type="checkbox"/> die im Zusatzfeld angegebenen Staaten	
<b>Feld Nr. III WEITERE ANMELDER UND/ODER (WEITERE) ERFINDER</b>  Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben. Der in diesem Feld in der Anschrift angegebene Staat ist der Staat des Sitzes oder Wohnsitzes des Anmelders, sofern nachstehend kein Staat des Sitzes oder Wohnsitzes angegeben ist.)  SCHRÖDER, Werner Büsägestr. 14 D-77955 Ettenheim DE	
Diese Person ist: <input type="checkbox"/> nur Anmelder <input checked="" type="checkbox"/> Anmelder und Erfinder <input type="checkbox"/> nur Erfinder (Wird dieses Kästchen angekreuzt, so sind die nachstehenden Angaben nicht nötig.)  Registrierungsnr. des Anmelders beim Amt:	
Staatsangehörigkeit (Staat): DE	Sitz oder Wohnsitz (Staat): DE
Diese Person ist Anmelder <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten <input type="checkbox"/> alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme <input checked="" type="checkbox"/> der Vereinigten Staaten von Amerika <input type="checkbox"/> nur die Vereinigten Staaten von Amerika <input type="checkbox"/> die im Zusatzfeld angegebenen Staaten  <input type="checkbox"/> Weitere Anmelder und/oder (weitere) Erfinder sind auf einem Fortsetzungsbild angegeben.	
<b>Feld Nr. IV ANWALT ODER GEMEINSAMER VERTRÉTER; ODER ZUSTELLANSCHRIFT</b>  Die folgende Person wird hiermit bestellt/ist bestellt worden, um für den (die) Anmelder vor den zuständigen internationalen Behörden in folgender Eigenschaft zu handeln als: <input checked="" type="checkbox"/> Anwalt <input type="checkbox"/> gemeinsamer Vertreter	
Name und Anschrift: (Familienname, Vorname; bei juristischen Personen vollständige amtliche Bezeichnung. Bei der Anschrift sind die Postleitzahl und der Name des Staats anzugeben.)  MÜLLER, Frithjof E. MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER Innere Wiener Straße 17 D-81667 München DE	
Telefonnr.: 089 / 48 90 10-0  Telefaxnr.: 089 / 48 90 10-33  Fernschreibnr.:  Registrierungsnr. des Anwalts beim Amt: Zusammenschluss-Nr. 152	
<input type="checkbox"/> Zustellanschrift: Dieses Kästchen ist anzukreuzen, wenn kein Anwalt oder gemeinsamer Vertreter bestellt ist und statt dessen im obigen Feld eine spezielle Zustellanschrift angegeben ist.	

## Feld Nr. V BESTIMMUNG VON STAATEN Bitte die entsprechenden Kästchen ankreuzen; wenigstens ein Kästchen muß angekreuzt werden.

Die folgenden Bestimmungen nach Regel 4.9 Absatz a werden hiermit vorgenommen:

## Regionales Patent

AP ARIPO-Patent: GH Ghana, GM Gambia, KE Kenia, LS Lesotho, MW Malawi, MZ Mosambik, SD Sudan, SL Sierra Leone, SZ Swasiland, TZ Vereinigte Republik Tansania, UG Uganda, ZM Sambia, ZW Simbabwe und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Harare-Protokolls und des PCT ist (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben) .....

EA Eurasisches Patent: AM Armenien, AZ Aserbaidschan, BY Belarus, KG Kirgisistan, KZ Kasachstan, MD Republik Moldau, RU Russische Föderation, TJ Tadschikistan, TM Turkmenistan und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Eurasischen Patentübereinkommens und des PCT ist

EP Europäisches Patent: AT Österreich, BE Belgien, CH & LI Schweiz und Liechtenstein, CY Zypern, DE Deutschland, DK Dänemark, ES Spanien, FI Finnland, FR Frankreich, GB Vereinigtes Königreich, GR Griechenland, IE Irland, IT Italien, LU Luxemburg, MC Monaco, NL Niederlande, PT Portugal, SE Schweden, TR Türkei und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat des Europäischen Patentübereinkommens und des PCT ist

OA OAPI-Patent: BF Burkina Faso, BJ Benin, CF Zentralafrikanische Republik, CG Kongo, CI Côte d'Ivoire, CM Kamerun, GA Gabun, GN Guinea, GQ Äquatorialguinea, GW Guinea-Bissau, ML Mali, MR Mauretanien, NE Niger, SN Senegal, TD Tschad, TG Togo und jeder weitere Staat, der Vertragsstaat der OAPI und des PCT ist (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben) .....

## Nationales Patent (falls eine andere Schutzrechtsart oder ein sonstiges Verfahren gewünscht wird, bitte auf der gepunkteten Linie angeben):

<input type="checkbox"/> AE Vereinigte Arabische Emirate	<input type="checkbox"/> GM Gambia	<input type="checkbox"/> NZ Neuseeland .....
<input type="checkbox"/> AG Antigua und Barbuda	<input type="checkbox"/> HR Kroatien .....	<input type="checkbox"/> OM Oman .....
<input type="checkbox"/> AL Albanien .....	<input type="checkbox"/> HU Ungarn .....	<input type="checkbox"/> PH Philippinen .....
<input type="checkbox"/> AM Armenien .....	<input type="checkbox"/> ID Indonesien .....	<input checked="" type="checkbox"/> PL Polen .....
<input type="checkbox"/> AT Österreich .....	<input type="checkbox"/> IL Israel .....	<input type="checkbox"/> PT Portugal .....
<input type="checkbox"/> AU Australien .....	<input type="checkbox"/> IN Indien .....	<input type="checkbox"/> RO Rumänien .....
<input type="checkbox"/> AZ Aserbaidschan .....	<input type="checkbox"/> IS Island .....	<input type="checkbox"/> RU Russische Föderation .....
<input type="checkbox"/> BA Bosnien-Herzegowina .....	<input checked="" type="checkbox"/> JP Japan .....	
<input type="checkbox"/> BB Barbados .....	<input type="checkbox"/> KE Kenia .....	<input type="checkbox"/> SD Sudan .....
<input type="checkbox"/> BG Bulgarien .....	<input type="checkbox"/> KG Kirgisistan .....	<input type="checkbox"/> SE Schweden .....
<input type="checkbox"/> BR Brasilien .....	<input type="checkbox"/> KP Demokratische Volksrepublik Korea .....	<input type="checkbox"/> SG Singapur .....
<input type="checkbox"/> BY Belarus .....		<input type="checkbox"/> SI Slowenien .....
<input type="checkbox"/> BZ Belize .....	<input type="checkbox"/> KR Republik Korea .....	<input type="checkbox"/> SK Slowakei .....
<input checked="" type="checkbox"/> CA Kanada .....	<input type="checkbox"/> KZ Kasachstan .....	<input type="checkbox"/> SL Sierra Leone .....
<input type="checkbox"/> CH & LI Schweiz und Liechtenstein .....	<input type="checkbox"/> LC Saint Lucia .....	<input type="checkbox"/> TJ Tadschikistan .....
<input type="checkbox"/> CN China .....	<input type="checkbox"/> LK Sri Lanka .....	<input type="checkbox"/> TM Turkmenistan .....
<input type="checkbox"/> CO Kolumbien .....	<input type="checkbox"/> LR Liberia .....	<input type="checkbox"/> TN Tunesien .....
<input type="checkbox"/> CR Costa Rica .....	<input type="checkbox"/> LS Lesotho .....	<input type="checkbox"/> TR Türkei .....
<input type="checkbox"/> CU Kuba .....	<input type="checkbox"/> LT Litauen .....	<input type="checkbox"/> TT Trinidad und Tobago .....
<input checked="" type="checkbox"/> CZ Tschechische Republik .....	<input type="checkbox"/> LU Luxemburg .....	<input type="checkbox"/> TZ Vereinigte Republik Tansania .....
<input type="checkbox"/> DE Deutschland .....	<input type="checkbox"/> LV Lettland .....	<input type="checkbox"/> UA Ukraine .....
<input type="checkbox"/> DK Dänemark .....	<input type="checkbox"/> MA Marokko .....	<input type="checkbox"/> UG Uganda .....
<input type="checkbox"/> DM Dominica .....	<input type="checkbox"/> MD Republik Moldau .....	<input checked="" type="checkbox"/> US Vereinigte Staaten von Amerika .....
<input type="checkbox"/> DZ Algerien .....		
<input type="checkbox"/> EC Ecuador .....	<input type="checkbox"/> MG Madagaskar .....	
<input type="checkbox"/> EE Estland .....	<input type="checkbox"/> MK Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien .....	<input type="checkbox"/> UZ Usbekistan .....
<input type="checkbox"/> ES Spanien .....	<input type="checkbox"/> MN Mongolei .....	<input type="checkbox"/> VN Vietnam .....
<input type="checkbox"/> FI Finnland .....	<input type="checkbox"/> MW Malawi .....	<input type="checkbox"/> YU Jugoslawien .....
<input type="checkbox"/> GB Vereinigtes Königreich .....	<input type="checkbox"/> MX Mexiko .....	<input type="checkbox"/> ZA Südafrika .....
<input type="checkbox"/> GD Grenada .....	<input type="checkbox"/> MZ Mosambik .....	<input type="checkbox"/> ZM Sambia .....
<input type="checkbox"/> GE Georgien .....	<input type="checkbox"/> NO Norwegen .....	<input type="checkbox"/> ZW Simbabwe .....
<input type="checkbox"/> GH Ghana .....		

Kästchen für die Bestimmung von Staaten, die dem PCT nach der Veröffentlichung dieses Formblatts beigetreten sind.

.....  .....  .....

**Erklärung bzgl. vorsorglicher Bestimmungen:** Zusätzlich zu den oben genannten Bestimmungen nimmt der Anmelder nach Regel 4.9 Absatz b auch alle anderen nach dem PCT zulässigen Bestimmungen vor mit Ausnahme der im Zusatzfeld genannten Bestimmungen, die von dieser Erklärung ausgenommen sind. Der Anmelder erklärt, daß diese zusätzlichen Bestimmungen unter dem Vorbehalt einer Bestätigung stehen und jede zusätzliche Bestimmung, die vor Ablauf von 15 Monaten ab dem Prioritätsdatum nicht bestätigt wurde, nach Ablauf dieser Frist als vom Anmelder zurückgenommen gilt. (Die Bestätigung (einschließlich der Gebühren) muß beim Anmeldeamt innerhalb der Frist von 15 Monaten eingehen.)

<b>Feld Nr. VI PRIORITYANSPRUCH</b>				
Die Priorität der folgenden früheren Anmeldung(en) wird hiermit in Anspruch genommen:				
Anmeldedatum der früheren Anmeldung (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen der früheren Anmeldung	Ist die frühere Anmeldung eine:		
		nationale Anmeldung: Staat	regionale Anmeldung: regionales Amt	internationale Anmeldung: Anmeldeamt
Zeile (1) 18. Oktober 2002 (18/10/02)	102 48 733.2	DE		
Zeile (2)				
Zeile (3)				
Zeile (4)				
Zeile (5)				

Weitere Prioritätsansprüche sind im Zusatzfeld angegeben.

Das Anmeldeamt wird ersucht, eine beglaubigte Abschrift der oben bezeichneten früheren Anmeldung(en) zu erstellen und dem internationalen Büro zu übermitteln (*nur falls die frühere Anmeldung(en) bei dem Amt eingereicht worden ist (sind), das für die Zwecke dieser internationalen Anmeldung Anmeldeamt ist*):

sämtliche Zeilen     Zeile (1)     Zeile (2)     Zeile (3)     Zeile (4)     Zeile (5)     weitere, siehe Zusatzfeld

\* Falls es sich bei der früheren Anmeldung um eine ARIPO-Anmeldung handelt, geben Sie mindestens einen Staat an, der Mitgliedstaat der Pariser Verbandsübereinkunft zum Schutz des gewerblichen Eigentums oder Mitglied der Welthandelsorganisation ist und für den oder das die frühere Anmeldung eingereicht wurde: .....

<b>Feld Nr. VII INTERNATIONALE RECHERCHENBEHÖRDE</b>		
Wahl der internationalen Recherchenbehörde (ISA) (falls zwei oder mehr als zwei internationale Recherchenbehörden für die Ausführung der internationalen Recherche zuständig sind, geben Sie die von Ihnen gewählte Behörde an; der Zweibuchstaben-Code kann benutzt werden):		
ISA / EP .....		
Antrag auf Nutzung der Ergebnisse einer früheren Recherche; Bezugnahme auf diese frühere Recherche (falls eine frühere Recherche bei der internationalen Recherchenbehörde beantragt oder von ihr durchgeführt worden ist):		
Datum (Tag/Monat/Jahr)	Aktenzeichen	Staat (oder regionales Amt)

<b>Feld Nr. VIII ERKLÄRUNGEN</b>		
Die Felder Nr. VIII (i) bis (v) enthalten die folgenden Erklärungen (Kreuzen Sie unten die entsprechenden Kästchen an und geben Sie in der rechten Spalte für jede Erklärung deren Anzahl an):		Anzahl der Erklärungen
<input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII (i)	Erklärung hinsichtlich der Identität des Erfinders	:
<input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII (ii)	Erklärung hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, zum Zeitpunkt des internationalen Anmeldedatums, ein Patent zu beantragen und zu erhalten	:
<input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII (iii)	Erklärung hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, zum Zeitpunkt des internationalen Anmeldedatums, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen	:
<input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII (iv)	Erfindererklärung (nur im Hinblick auf die Bestimmung der Vereinigten Staaten von Amerika)	:
<input type="checkbox"/> Feld Nr. VIII (v)	Erklärung hinsichtlich unschädlicher Offenbarungen oder Ausnahmen von der Neuheitsschädlichkeit	:

<b>Feld Nr. IX KONTROLLISTE; EINREICHUNGSSPRACHE</b>			
Diese internationale Anmeldung enthält:		Anzahl	
(a) die folgende Anzahl an Blättern Papier:			
Antrag (inklusive Erklärungsblätter)	: 4		Dieser internationalen Anmeldung liegen die folgenden Unterlagen bei (kreuzen Sie die entsprechenden Kästchen an und geben Sie in der rechten Spalte jeweils die Anzahl der beiliegenden Exemplare an)
Beschreibung (ohne Sequenzprotokollteil)	: 12		1. <input checked="" type="checkbox"/> Blatt für die Gebührenberechnung : 1
Ansprüche	: 3		2. <input type="checkbox"/> Original einer gesonderten Vollmacht :
Zusammenfassung	: 1		3. <input type="checkbox"/> Original einer allgemeinen Vollmacht :
Zeichnungen	: 2		4. <input type="checkbox"/> Kopie der allgemeinen Vollmacht; Aktenzeichen (falls vorhanden):
<b>Teilanzahl</b>	: 22		5. <input type="checkbox"/> Begründung für das Fehlen einer Unterschrift :
Sequenzprotokollteil der Beschreibung (Anzahl der Blätter, soweit auf Papier eingereicht wird, unabhängig davon, ob zusätzlich auch in computerlesbarer Form eingereicht wird)	: .....		6. <input type="checkbox"/> Prioritätsbeleg(e), in Feld Nr. VI durch folgende Zeilennummer(n) gekennzeichnet: .....
<b>Gesamtanzahl</b>	: 22		7. <input type="checkbox"/> Übersetzung der internationalen Anmeldung in die folgende Sprache: .....
(b) Sequenzprotokollteil der Beschreibung in computerlesbarer Form eingereicht		8. <input type="checkbox"/> Gesonderte Angaben zu hinterlegten Mikroorganismen oder anderem biologischen Material :	
(i) <input type="checkbox"/> ausschließlich in dieser Form (nach Abschnitt 801(a)(i))		9. <input type="checkbox"/> Sequenzprotokoll in computerlesbarer Form (geben Sie zusätzlich die Art und Anzahl der beiliegenden Datenträger an (Diskette, CD-ROM, CD-R oder sonstige))	
(ii) <input type="checkbox"/> zusätzlich zur Einreichung auf Papier (nach Abschnitt 801(a)(ii))		(i) <input type="checkbox"/> Kopie ausschließlich für die Zwecke der internationalen Recherche nach Regel 13ter (und nicht als Teil der internationalen Anmeldung) :	
Art und Anzahl der Datenträger (Diskette, CD-ROM, CD-R oder sonstige), auf denen der Sequenzprotokollteil enthalten ist (zusätzlich eingereichte Kopien unter Punkt 9(ii) in der rechten Spalte angeben):		(ii) <input type="checkbox"/> (nur falls Feld (b)(i) oder (b)(ii) in der linken Spalte angekreuzt wurde) zusätzliche Kopien einschließlich, soweit zutreffend, einer Kopie für die Zwecke der internationalen Recherche nach Regel 13ter :	
		(iii) <input type="checkbox"/> zusammen mit entsprechender Erklärung, daß die Kopie(n) mit dem in der linken Spalte aufgeführten Sequenzprotokollteil identisch ist (sind) :	
		10. <input type="checkbox"/> Sonstige (einzelnen aufführen): .....	
Abbildung der Zeichnungen, die mit der Zusammenfassung veröffentlicht werden soll (Nr.):	Fig. 1	Sprache, in der die internationale Anmeldung deutsch eingerichtet wird:	
<b>Feld Nr. X UNTERSCHRIFT DES ANMELDERS, DES ANWALTS ODER DES GEMEINSAMEN VERTRETER</b> <i>Der Name jeder unterzeichnenden Person ist neben der Unterschrift zu wiederholen, und es ist anzugeben, sofern sich dies nicht eindeutig aus dem Antrag ergibt, in welcher Eigenschaft die Person unterzeichnet.</i>			
München, den 2. Oktober 2003			
 <b>MÜLLER, Frithjof E.</b> Europäischer Patentvertreter Zusammenschluß-Nr. 152			

Vom Anmeldeamt auszufüllen		2. Zeichnungen:  <input type="checkbox"/> eingegangen:  <input type="checkbox"/> nicht eingegangen:
1. Datum des tatsächlichen Eingangs dieser internationalen Anmeldung:	3. Geändertes Eingangsdatum aufgrund nachträglich, jedoch fristgerecht eingegangener Unterlagen oder Zeichnungen zur Vervollständigung dieser internationalen Anmeldung:	
4. Datum des fristgerechten Eingangs der angeforderten Richtigstellungen nach Artikel 11(2) PCT:	5. Internationale Recherchenbehörde (falls zwei oder mehr zuständig sind): ISA /	6. <input type="checkbox"/> Übermittlung des Recherchenexemplars bis zur Zahlung der Recherchengebühr aufgeschoben

Vom Internationalen Büro auszufüllen	
Datum des Eingangs des Aktenexemplars beim Internationalen Büro:	

10/531669

JC13 Rec'd PTO 18 APR 2005  
3)

MÜLLER · HOFFMANN & PARTNER

Attorney File: 56697

Applicant Reference: LTF-190-PCT/US

LITEF GmbH  
Loerracher Str. 18  
79115 FREIBURG  
GERMANY

---

Priority: Germany (DE) October 18, 2002 No. 102 48 733.2

---

2/ARTS

10/531669  
JC13 Rec'd PCT/PTO 18 APR 2009

**Method for electronic tuning of the read oscillation frequency of a Coriolis gyro**

The invention relates to a method for electronic tuning  
5 of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation for a Coriolis gyro.

Coriolis gyros, (which are also referred to as vibration gyros) are being used to an increasing extent for navigation purposes; they have a mass system which is caused to oscillate. This oscillation is generally a superimposition of a large number of individual oscillations. These individual oscillations of the mass  
15 system are initially independent of one another and can each be regarded in an abstract form as "resonators". At least two resonators are required for operation of a vibration gyro: one of these resonators (first resonator) is artificially stimulated to oscillate,  
20 with these oscillations being referred to in the following text as a "stimulation oscillation". The other resonator (the second resonator) is stimulated to oscillate only when the vibration gyro is moved/rotated. Specifically, Coriolis forces occur in  
25 this case which couple the first resonator to the second resonator, draw energy from the stimulation oscillation of the first resonator, and transfer this energy to the read oscillation of the second resonator. The oscillation of the second resonator is referred to  
30 in the following text as the "read oscillation". In order to determine movements (in particular rotations) of the Coriolis gyro, the read oscillation is tapped off and a corresponding read signal (for example the tapped-off read oscillation signal) is investigated to  
35 determine whether any changes have occurred in the amplitude of the read oscillation which represent a measure for the rotation of the Coriolis gyro. Coriolis gyros may be in the form of both an open loop system and a closed loop system. In a closed loop system, the

amplitude of the read oscillation is continuously reset to a fixed value - preferably zero - via respective control loops.

5 In order to further illustrate the method of operation of a Coriolis gyro, one example of a closed loop version of a Coriolis gyro will be described in the following text, with reference to Figure 2.

10 A Coriolis gyro 1 such as this has a mass system 2 which can be caused to oscillate and which is also referred to in the following text as a "resonator". This expression must be distinguished from the "abstract" resonators which have been mentioned above,

15 which represent individual oscillations of the "real" resonator. As already mentioned, the resonator 2 may be regarded as a system composed of two "resonators" (a first resonator 3 and a second resonator 4). Both the first and the second resonator 3, 4 are each coupled to

20 a force transmitter (not shown) and to a tapping-off system (not shown). The noise which is produced by the force transmitter and the tapping-off systems is in this case indicated schematically by the noise 1 (reference symbol 5) and the noise 2 (reference symbol

25 6).

The Coriolis gyro 1 furthermore has four control loops:

30 A first control loop is used for controlling the stimulation oscillation (that is to say the frequency of the first resonator 3) at a fixed frequency (resonant frequency). The first control loop has a first demodulator 7, a first low-pass filter 8, a frequency regulator 9, a VCO (voltage controlled oscillator) 10 and a first modulator 11.

A second control loop is used for controlling the stimulation oscillation at a constant amplitude and has a second demodulator 12, a second low-pass filter 13

and an amplitude regulator 14.

A third and a fourth control loop are used for resetting those forces which stimulate the read oscillation. In this case, the third control loop has a third demodulator 15, a third low-pass filter 16, a quadrature regulator 17 and a second modulator 18. The fourth control loop contains a fourth demodulator 19, a fourth low-pass filter 20, a rotation rate regulator 21 and a third modulator 22.

The first resonator 3 is stimulated at its resonant frequency 1. The resultant stimulation oscillation is tapped off, is demodulated in phase by means of the first demodulator 7, and a demodulated signal component is passed to the first low-pass filter 8, which removes the sum frequencies from it. The tapped-off signal is also referred to in the following text as the tapped-off stimulation oscillation signal. An output signal from the first low-pass filter 8 is applied to a frequency regulator 9, which controls the VCO 10 as a function of the signal that is supplied to it such that the in-phase component essentially tends to zero. For this purpose, the VCO 10 passes a signal to the first modulator 11, which itself controls a force transmitter such that the first resonator 3 has a stimulation force applied to it. If the in-phase component is zero, then the first resonator 3 oscillates at its resonant frequency 1. It should be mentioned that all of the modulators and demodulators are operated on the basis of this resonant frequency 1.

The tapped-off stimulation oscillation signal is, furthermore, passed to the second control loop and is demodulated by the second demodulator 12, whose output is passed through the second low-pass filter 13, whose output signal is in turn supplied to the amplitude regulator 14. The amplitude regulator 14 controls the first modulator 11 as a function of this signal and of

a nominal amplitude transmitter 23 such that the first resonator 3 oscillates at a constant amplitude (that is to say the stimulation oscillation has a constant amplitude).

5

As has already been mentioned, movement/rotation of the Coriolis gyro 1 results in Coriolis forces - indicated by the term  $FC\cos(1 \cdot t)$  in the drawing - which couple the first resonator 3 to the second resonator 4, and thus cause the second resonator 4 to oscillate. A resultant read oscillation at the frequency 2 is tapped off, so that a corresponding tapped-off read oscillation signal (read signal) is supplied both to the third control loop and to the fourth control loop.

In the third control loop, this signal is demodulated by means of the third demodulator 15, the sum frequencies are removed by the third low-pass filter 16, and the low-pass-filtered signal is supplied to the quadrature regulator 17, whose output signal is applied to the third modulator 22 such that corresponding quadrature components of the read oscillation are reset. Analogously to this, the tapped-off read oscillation signal is demodulated in the fourth control loop by means of the fourth demodulator 19, passes through the fourth low-pass filter 20, and a correspondingly low-pass-filtered signal is applied on the one hand to the rotation rate regulator 21, whose output signal is proportional to the instantaneous rotation rate, and which is passed as the rotation rate measurement result to a rotation rate output 24, and is applied on the other hand to the second modulator 18, which resets corresponding rotation rate components of the read oscillation.

A Coriolis gyro 1 as described above may be operated not only in a double-resonant form but also in a form in which it is not double-resonant. If the Coriolis gyro 1 is operated in a double-resonant form, then the frequency 2 of the read oscillation is approximately

equal to the frequency 1 of the stimulation oscillation while, in contrast, when it is operated in a form in which it is not double-resonant, the frequency 2 of the read oscillation differs from the 5 frequency 1 of the stimulation oscillation. In the case of double-resonance, the output signal from the fourth low-pass filter 20 contains corresponding information about the rotation rate, while, when it is not operated in a double-resonant form, on the other 10 hand, it is the output signal from the third low-pass filter 16. In order to switch between the different double-resonant/not double-resonant modes, a doubling switch 25 is provided, which connects the outputs of the third and fourth low-pass filters 16, 20 15 selectively to the rotation rate regulator 21 and to the quadrature regulator 17.

When the Coriolis gyro 1 is intended to be operated in a double-resonant form, the frequency of the read 20 oscillation must be tuned - as mentioned - to the frequency of the stimulation oscillation. This may be achieved, for example, by mechanical means, in which material is removed from the mass system (to the resonator 2). As an alternative to this, the frequency 25 of the read oscillation can also be set by means of an electrical field, in which the resonator 2 is mounted such that it can oscillate, that is to say by changing the electrical field strength. It is thus possible to electronically tune the frequency of the read 30 oscillation to the frequency of the stimulation oscillation during operation of the Coriolis gyro 1, as well.

The object on which the invention is based is to 35 provide a method by means of which the frequency of the read oscillation in a Coriolis gyro can be electronically tuned to the frequency of the stimulation oscillation.

This object is achieved by the method as claimed in the features of patent claim 1. The invention furthermore provides a Coriolis gyro as claimed in patent claim 11. Advantageous refinements and developments of the idea 5 of the invention can be found in the respective dependent claims.

According to the invention, in the case of a method for electronic tuning of the frequency of the read 10 oscillation to the frequency of the stimulation oscillation in a Coriolis gyro, the resonator of the Coriolis gyro has a disturbance force applied to it such that a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced, and b) the read oscillation 15 is changed such that a read signal which represents the read oscillation contains a corresponding disturbance component, wherein the frequency of the read oscillation is controlled such that the magnitude of the disturbance component which is contained in the 20 read signal is as small as possible.

A major discovery on which the invention is based is that an artificial change to the read oscillation in the rotation rate channel or quadrature channel is 25 visible to a greater extent, in particular in the respective channel which is orthogonal to this, the less the extent to which the frequency of the read oscillation matches the frequency of the stimulation oscillation. The "penetration strength" of a 30 disturbance such as this to the tapped-off read oscillation signal (in particular to the orthogonal channel) is thus a measure of how accurately the frequency of the read oscillation is matched to the frequency of the stimulation oscillation. Thus, if the 35 frequency of the read oscillation is controlled such that the penetration strength assumes a minimum, that is to say such that the magnitude of the disturbance component which is contained in the tapped-off read oscillation signal is a minimum, then the frequency of

the read oscillation is thus at the same time essentially matched to the frequency of the stimulation oscillation.

5 The significant factor in this case is that the disturbance forces on the resonator change only the read oscillation, but not the stimulation oscillation. With reference to Figure 2, this means that the disturbance forces act only on the second resonator 4,  
10 but not on the first resonator 3.

The disturbance force is preferably produced by a disturbance signal which is supplied to appropriate force transmitters, or is added to signals which are  
15 supplied to the force transmitters. By way of example, a disturbance signal can be added to the respective control/reset signals for control/compensation of the read oscillation, in order to produce the disturbance force.

20 The disturbance signal is preferably an alternating signal, for example a superimposition of sine-wave signals and cosine-wave signals. This disturbance signal is generally at a fixed disturbance frequency,  
25 so that the disturbance component of the tapped-off read oscillation signal can be determined by means of an appropriate demodulation process, which is carried out at the said disturbance frequency. One alternative is to use band-limited noise instead of an alternating  
30 signal. In this case, the disturbance component is demodulated from the read signal by correlation of the disturbance signal (noise signal) with the read signal (the signal which contains the disturbance component). The bandwidth of the noise is in this case dependent on  
35 the characteristics of the resonator 2 and of the control loops.

The method described above can be used both for an open loop and for a closed loop Coriolis gyro. In the latter

case, the disturbance signal is preferably added to the respective control/reset signals for control/compensation of the read oscillation. By way of example, the disturbance signal can be added to the 5 output signal from a rotation rate control loop, and the disturbance component can be determined from a signal which is applied to a quadrature regulator in a quadrature control loop, or is emitted from it. Conversely, the disturbance signal can be added to the 10 output signal from the quadrature control loop, and the disturbance component can be determined from a signal which is applied to a rotation rate regulator in the rotation rate control loop, or is emitted from it. As an alternative to this, the disturbance signal can be 15 added to the output signal from the quadrature control loop, and the disturbance component can be determined from a signal which is applied to a quadrature regulator in the quadrature control loop, or is emitted from it. Furthermore, it is possible to add the 20 disturbance signal to the output signal from the rotation rate control loop, and to determine the disturbance component from a signal which is applied to a rotation rate regulator in the rotation rate control loop, or is emitted from it. The expression "read 25 signal" covers all signals which are referred to in this paragraph and from which the disturbance component can be determined. In addition, the expression "read signal" covers the tapped-off read oscillation signal.

30 The frequency of the read oscillation, that is to say the force transmission of the control forces which are required for frequency control, is in this case controlled by controlling the intensity of an electrical field in which at least a part of the 35 resonator oscillates, with an electrical attraction force between the resonator and an opposing piece, which is fixed to the frame and surrounds the resonator, preferably being non-linear.

The invention furthermore provides a Coriolis gyro which has a rotation rate control loop and a quadrature control loop and is characterized by a device for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation. The device for electronic tuning in this case has:

- 5 - a disturbance unit which passes a disturbance signal to the rotation rate control loop or to the quadrature control loop,
- 10 - a disturbance signal detection unit, which determines a disturbance component which is contained in a read signal (which represents the read oscillation) and has been produced by the disturbance signal, and
- 15 - a control unit, which controls the frequency of the read oscillation such that the magnitude of the disturbance component which is contained in the read signal is as small as possible.

20

The disturbance unit preferably passes the disturbance signal to the quadrature control loop, with the disturbance signal detection unit then determining the disturbance component from a signal which is applied to 25 a rotation rate regulator in the rotation rate control loop, or is emitted from it. Conversely, the disturbance unit can pass the disturbance signal to the rotation rate control loop, and the disturbance signal detection unit can determine the disturbance component 30 from a signal which is applied to a quadrature regulator in the quadrature control loop, or is emitted from it. Furthermore, the disturbance unit can pass the disturbance signal to the rotation rate control loop, and the disturbance signal detection unit can determine 35 the disturbance component from a signal which is applied to a rotation rate regulator in the rotation rate control loop, or is emitted from it. A further alternative is for the disturbance signal to be passed by the disturbance unit to the quadrature control loop,

with the disturbance signal detection unit then determining the disturbance component from a signal which is applied to a quadrature regulator in the quadrature control loop, or is emitted from it.

5

The disturbance signal is preferably an alternating signal at a fixed disturbance frequency, with the device for electronic tuning of the read oscillation frequency and stimulation oscillation frequency in this case advantageously having a demodulation unit which demodulates the read signal at the fixed disturbance frequency, and thus determines the disturbance component which is contained in the read signal. Fundamentally, the disturbance signal may be introduced 15 into the control loops (the rotation rate control loop and a quadrature control loop) at any desired point.

One exemplary embodiment of the invention will be explained in more detail in the following text with 20 reference to the accompanying figures, in which:

**Figure 1** shows the schematic design of a Coriolis gyro which is based on the method according to the invention; and

25

**Figure 2** shows the schematic design of a conventional Coriolis gyro.

•

First of all, one exemplary embodiment of the method 30 according to the invention will be explained in more detail with reference to Figure 1. In this case, parts and/or devices which correspond to those in Figure 2 are identified by the same reference symbols, and will not be explained once again.

35

A Coriolis gyro 1' is additionally provided with a disturbance unit 26, a demodulation unit 27 and a read oscillation frequency regulator 28.

The disturbance unit 26 produces an alternating signal at a frequency mod, which is added to the output signal from a quadrature regulator 21 (that is to say at the force output from the quadrature control loop).

5      The collated signal which is obtained in this way is supplied to a (third) modulator 22, whose corresponding output signal is applied to a force transmitter (not shown), and thus to the resonator 2. Provided that the frequency of the read oscillation does not essentially

10     match the frequency of the stimulation oscillation, the alternating signal which is produced by the disturbance modulation unit 26 is observed, after "passing through" the resonator 2, in the form of a disturbance component on the tapped-off read oscillation signal. The

15     tapped-off read oscillation signal is subjected to a demodulation process, which is carried out by means of a fourth demodulator 19, and is supplied to a fourth low-pass filter 20, whose output signal is applied both to a rotation rate regulator 21 and to the demodulation

20     unit 27. The signal which is supplied to the demodulation unit 27 is demodulated using a modulation frequency mod which corresponds to the frequency of the alternating signal which is produced by the disturbance unit 26. The disturbance component or the

25     signal which represents the disturbance is thus determined. The demodulation unit 27 in this example can thus be regarded as a disturbance signal detection unit. An output signal from the demodulation unit 27 is supplied to the read oscillation frequency regulator 28

30     which sets the frequency of the read oscillation as a function of this, such that the output signal from the demodulation unit 27, that is to say the strength of the observed disturbance component, is a minimum. When a minimum such as this has been reached, then the

35     frequencies of the stimulation oscillation and of the read oscillation essentially match. The signal which is supplied to the demodulation unit 27 may also, as an alternative to the signal which is supplied to the

rotation rate regulator 21, be the signal which the rotation rate regulator 21 emits.

As already mentioned, and as an alternative to this,  
5 the alternating signal which is produced by the disturbance unit 26 can also be added to an output signal from the rotation rate regulator 21. In this case, the signal which is supplied to the demodulation unit 27 would be tapped off at the input or output of  
10 the quadrature regulator 17.

Furthermore, in principle, it is possible to feed the disturbance signal (in this case the alternating signal, although other disturbance signals such as  
15 band-limited noise are also possible) into the quadrature control loop at any desired point (not only directly upstream of the third modulator 22), that is to say at any desired point between the point at which the read oscillation is tapped off and the third  
20 modulator 22. Analogous considerations apply to the feeding of the disturbance signal into the rotation rate control loop.

Once the Coriolis gyro 1' has been switched on, it is  
25 advantageous to set the modulation frequency mod of the alternating signal to a high value in order to quickly achieve coarse control of the read oscillation frequency. It is then possible to switch to a relatively low modulation frequency mod, in order to  
30 precisely set resonance of the read oscillation. Furthermore, the amplitude of the modulation frequency mod can be greatly reduced a certain time after stabilization of the rotation rate regulator 21 and/or of the quadrature regulator 17. Since the alternating  
35 signal at the output of the rotation rate control loop, that is to say the third control loop, is compensated, there is generally no need for any blocking filter for the modulation frequency mod in the rotation rate control loop.

The rotation rate regulator 21 at the same time has the effect of associating the third demodulator 15 and the fourth demodulator 19 in the correct phase with the  
5 force transmitters for the rotation rate control loop (cosine-wave forces) and quadrature control loop (sin-wave forces). The rotation rate (fourth control loop) and quadrature control loop (third control loop) can thus be separated even when phase shifts occur in  
10 the analog electronics of the Coriolis gyro 1' which, in particular, can vary as a function of the temperature. In general, a high bias will occur in the quadrature control loop. If this control loop and the rotation rate control loop are not clearly separated  
15 from one another, this bias will also appear in the rotation rate control loop.

Even when electronic frequency matching between the stimulation oscillation and the read oscillation is not  
20 desirable, the described control mechanism can be used to ensure that the quadrature control loop and the rotation rate control loop are orthogonal. In this case, the controlled variable is the reference phase of  
25 the third and of the fourth demodulator 15, 19, which are respectively "responsible" for quadrature components and rotation rate components of the read oscillation. This control process is preferably carried out digitally in a signal processor (DSP) and makes the Coriolis gyro insensitive to phase shifts in the analog  
30 electronics.

In the case of a second, alternative method for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation in a Coriolis gyro, a disturbance force is  
35 applied to the resonator of the Coriolis gyro in such a way that a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced, and b) the read oscillation is changed such that a read signal which represents the

read oscillation contains a corresponding disturbance component, wherein the frequency of the read oscillation is controlled such that any phase shift between a disturbance signal which produces the 5 disturbance force and the disturbance component which is contained in the read signal is as small as possible.

In this case, the wording "resonator" means the entire 10 mass system (or a part of it) which can be caused to oscillate in the Coriolis gyro - that is to say that part of the Coriolis gyro which is annotated with the reference number 2.

15 A significant discovery on which the second alternative method is based is that the "time for disturbance to pass through", that is to say an artificial change to the read oscillation resulting from the application of appropriate disturbance forces to the resonator, the 20 resonator, that is to say the time which passes from the effect of the disturbance on the resonator until the disturbance is tapped off as part of the read signal, is dependent on the frequency of the read oscillation. The shift between the phase of the 25 disturbance signal and the phase of the disturbance component signal which is contained in the read signal is thus a measure of the frequency of the read oscillation. It can be shown that the phase shift assumes a minimum when the frequency of the read 30 oscillation essentially matches the frequency of the stimulation oscillation. If the frequency of the read oscillation is thus controlled such that the phase shift assumes a minimum, then the frequency of the read oscillation is thus at the same time essentially 35 matched to the frequency of the stimulation oscillation.

In a third alternative method for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency

of the stimulation oscillation in a Coriolis gyro, the resonator of the Coriolis gyro has a disturbance force applied to it such that a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced and b) the read 5 oscillation is changed such that a read signal which represents the read oscillation contains a corresponding disturbance component, with the disturbance force being defined as that force which is caused by the signal noise in the read signal. The 10 frequency of the read oscillation is in this case controlled such that the magnitude of the disturbance component which is contained in the read signal, that is to say the noise component, is as small as possible.

15 The word "resonator" in this case means the entire mass system which can be caused to oscillate in the Coriolis gyro - that is to say that part of the Coriolis gyro which is identified by the reference number 2. The essential feature in this case is that the disturbance 20 forces on the resonator change only the read oscillation, but not the stimulation oscillation. With reference to Figure 2, this would mean that the disturbance forces acted only on the second resonator 4, but not on the first resonator 3.

25 A significant discovery on which the third alternative method is based is that a disturbance signal in the form of signal noise, which occurs directly in the tapped-off read oscillation signal or at the input of 30 the control loops (rotation rate control loop/quadrature control loop) can be observed to a greater extent in the tapped-off read oscillation signal after "passing through" the control loops and the resonator, the less the extent to which the 35 frequency of the read oscillation matches the frequency of the stimulation oscillation. The signal noise, which is the signal noise of the read oscillation tapping-off electronics or the random walk of the Coriolis gyro, is applied, after "passing through" the control loops, to

the force transmitters and thus produces corresponding disturbance forces, which are applied to the resonator and thus cause an artificial change in the read oscillation. The "penetration strength" of a disturbance such as this to the tapped-off read oscillation signal is thus a measure of how accurately the frequency of the read oscillation is matched to the frequency of the stimulation oscillation. Thus, if the frequency of the read oscillation is controlled such that the penetration strength assumes a minimum, that is to say the magnitude of the disturbance component which is contained in the tapped-off read oscillation signal, that is to say the noise component, is a minimum, then the frequency of the read oscillation is at the same time thus matched to the frequency of the stimulation oscillation.

The first method according to the invention which was described for electronic tuning of the read oscillation frequency can be combined as required with the second alternative method and/or with the third alternative method. For example, it is possible to use the method described first while the Coriolis gyro is being started up (rapid transient response), and then to use the third alternative method (slow control process) in steady-state operation. Specific technical refinements as well as further details relating to the methods can be found by those skilled in the art in the patent applications "Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfrequenz eines Corioliskreisels", [Method for electronic tuning of the read oscillation frequency of a Coriolis gyro], LTF-191-DE and LTF-192-DE from the same applicant, in which, respectively, the second alternative method and the third alternative method are described. The entire contents of the patent applications LTF-191-DE/LTF-192-D2 are thus hereby included in the description.

**Patent Claims**

1. A method for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation in a Coriolis gyro (1'), wherein
  - the resonator (2) of the Coriolis gyro (1') has a disturbance force applied to it such that
    - a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced, and
    - b) the read oscillation is changed such that a read signal which represents the read oscillation contains a corresponding disturbance component, wherein
      - the frequency of the read oscillation is controlled such that the magnitude of the disturbance component which is contained in the read signal is as small as possible.
2. The method as claimed in claim 1, **characterized in that** the disturbance force is produced by a disturbance signal which is added to the respective control/reset signals for control/compensation of the read oscillation.
3. The method as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the disturbance signal is an alternating signal.
4. The method as claimed in claim 3, **characterized in that** the disturbance signal is at a fixed disturbance frequency, and the disturbance component is determined from the read signal by demodulation of the read signal at the fixed disturbance frequency.
5. The method as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the disturbance signal is band-limited noise, and the disturbance component is demodulated from the read signal by correlation of the disturbance signal with the read signal.

6. The method as claimed in one of claims 2 to 5,  
**characterized in that** the disturbance signal is added  
to the output signal from the rotation rate control  
5 loop, and the disturbance component is determined from  
a signal which is applied to a quadrature regulator  
(17) in the quadrature control loop, or is emitted from  
it.

10 7. The method as claimed in one of claims 2 to 5,  
**characterized in that** the disturbance signal is added  
to the output signal from the quadrature control loop,  
and the disturbance component is determined from a  
signal which is applied to a rotation rate regulator  
15 (21) in the rotation rate control loop, or is emitted  
from it.

8. The method as claimed in one of claims 2 to 5,  
**characterized in that** the disturbance signal is added  
20 to the output signal from the quadrature control loop,  
and the disturbance component is determined from a  
signal which is applied to a quadrature regulator (17)  
in the quadrature control loop, or is emitted from it.

25 9. The method as claimed in one of claims 2 to 5,  
**characterized in that** the disturbance signal is added  
to the output signal from the rotation rate control  
loop, and the disturbance component is determined from  
a signal which is applied to a rotation rate regulator  
30 (21) in the rotation rate control loop, or is emitted  
from it.

10. The method as claimed in one of the preceding  
claims, **characterized in that** the frequency of the read  
35 oscillation is controlled by controlling the intensity  
of an electrical field in which a part of the resonator  
(2) of the Coriolis gyro (1') oscillates.

11. A Coriolis gyro (1') which has a rotation rate control loop and a quadrature control loop, **characterized by** a device for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation, having:

- a disturbance unit (26) which passes a disturbance signal to the rotation rate control loop or to the quadrature control loop,
- a disturbance signal detection unit (27), which determines a disturbance component which is contained in a read signal (which represents the read oscillation) and has been produced by the disturbance signal, and
- a control unit (28), which controls the frequency of the read oscillation such that the magnitude of the disturbance component which is contained in the read signal is as small as possible.

12. The Coriolis gyro (1') as claimed in claim 11, **characterized in that** the disturbance unit (26) passes the disturbance signal to the rotation rate control loop, and the disturbance signal detection unit (27) determines the disturbance component from a signal which is applied to a quadrature regulator (17) in the quadrature control loop, or is emitted from it.

13. The Coriolis gyro (1') as claimed in claim 11, **characterized in that** the disturbance unit (26) passes the disturbance signal to the quadrature control loop, and the disturbance signal detection unit (27) determines the disturbance component from a signal which is applied to a rotation rate regulator (21) in the rotation rate control loop, or is emitted from it.

14. The Coriolis gyro (1') as claimed in claim 11, **characterized in that** the disturbance unit (26) passes the disturbance signal to the rotation rate control loop, and the disturbance signal detection unit (27) determines the disturbance component from a signal

which is applied to a rotation rate regulator (21) in the rotation rate control loop, or is emitted from it.

15. The Coriolis gyro (1') as claimed in claim 11,  
5 **characterized in that** the disturbance unit (26) passes the disturbance signal to the quadrature control loop, and the disturbance signal detection unit (27) determines the disturbance component from a signal which is applied to a quadrature regulator (17) in the  
10 quadrature control loop, or is emitted from it.

16. The Coriolis gyro (1') as claimed in one of claims 11 to 15, **characterized in that** the disturbance signal is an alternating signal at a fixed disturbance  
15 frequency, and the device for electronic tuning of the read oscillation frequency and stimulation oscillation frequency has a demodulation unit (27), which demodulates the read signal at the fixed disturbance frequency and thus determines the disturbance component  
20 which is contained in the read signal.

## **Abstract**

### **Method for electronic tuning of the read oscillation frequency of a Coriolis gyro**

In a method for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation in a Coriolis gyro (1') according to the invention, the resonator (2) of the Coriolis gyro (1') has a disturbance force applied to it such that the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced, with the read oscillation being changed such that a read signal which represents the read oscillation contains a corresponding disturbance component. The frequency of the read oscillation is controlled such that the magnitude of the disturbance component which is contained in the read signal is a minimum.

(Figure 1)

Fig. 1

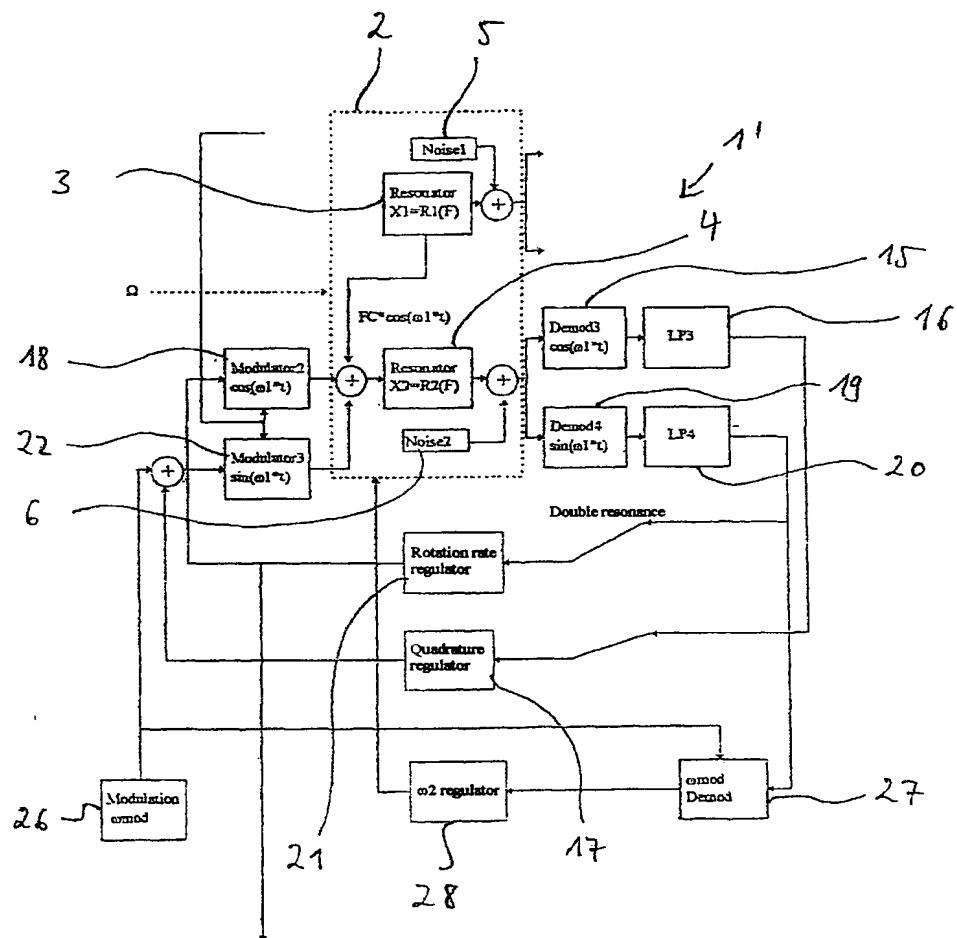
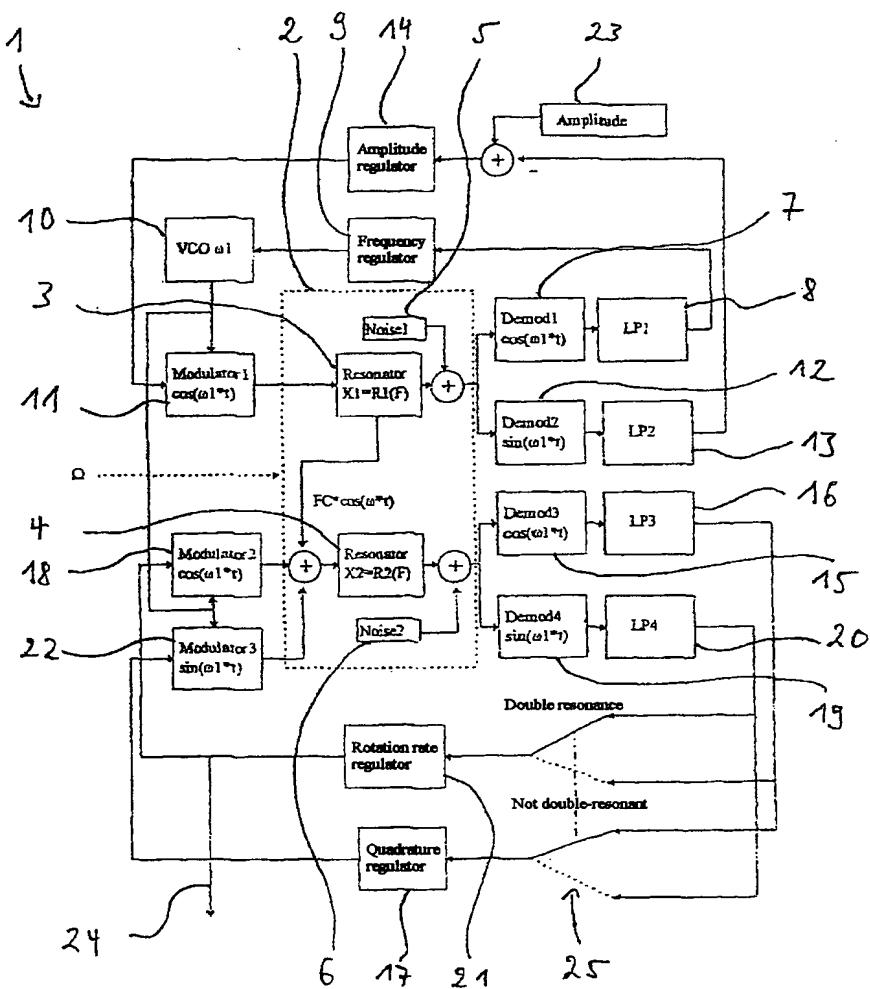


Fig. 2



(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
6. Mai 2004 (06.05.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/038331 A1**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: G01C 19/56      (72) Erfinder; und  
 (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/010970      (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SCHRÖDER, Werner [DE/DE]; Büsägestrasse 14, 77955 Ettenheim (DE).  
 (22) Internationales Anmelddatum:  
2. Oktober 2003 (02.10.2003)  
 (25) Einreichungssprache: Deutsch      (74) Anwalt: MÜLLER, Frithjof, E.; Müller . Hoffmann & Partner, Innere Wiener Strasse 17, 81667 München (DE).  
 (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch      (81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CZ, JP, PL, US.  
 (30) Angaben zur Priorität:  
102 48 733.2      18. Oktober 2002 (18.10.2002) DE  
 (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LITEF GMBH [DE/DE]; Lörracher Strasse 18, 79115 Freiburg (DE).

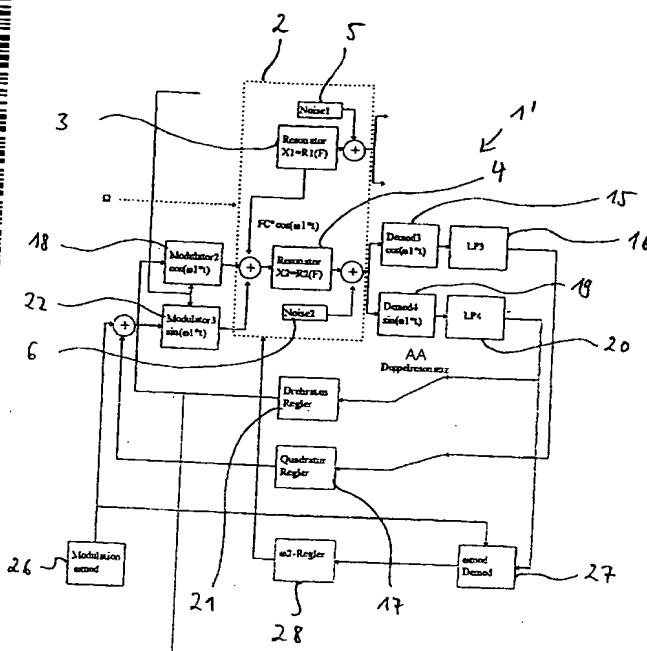
**Veröffentlicht:**

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR ELECTRONICALLY TUNING THE READOUT VIBRATION FREQUENCY OF A CORIOLIS GYROSCOPE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ELEKTRONISCHEN ABSTIMMUNG DER AUSLESE SCHWINGUNGSFREQUENZ EINES CORIOLISKREISELS



AA... DOUBLE RESONANCE  
21... ROTATIONAL SPEED REGULATOR  
17... QUADRATURE REGULATOR  
28... w2-REGULATOR

(57) Abstract: The invention relates to a method for electronically tuning the readout vibration frequency to the exciting vibration frequency in a Coriolis gyroscope (1'). According to the invention, the resonator (2) of the Coriolis gyroscope (1') is exposed to a disturbing force in such a way that the exciting vibration remains substantially uninfluenced, wherein the readout vibration is changed in such way that a readout signal representing the readout vibration contains a corresponding disturbing fraction. The frequency of the readout vibration is regulated in such a way that the size of the disturbing fraction contained in the readout signal is minimal.

(57) Zusammenfassung: Beim Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung in einem Corioliskreisel (1') gemäss der Erfindung wird der Resonator (2) des Corioliskreisels (1') mittels einer Störkraft so beaufschlagt, dass die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, wobei die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält. Die Frequenz der Ausleseschwingung wird so geregelt, dass die Grösse des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils minimal wird.

**WO 2004/038331 A1**

**WO 2004/038331 A1**



*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

- 1 -

1

**Verfahren zur elektronischen Abstimmung  
der Ausleseschwingungsfrequenz eines Corioliskreisels**

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung bei einem Corioliskreisel.

10 Corioliskreisel (auch Vibrationskreisel genannt) werden in zunehmendem Umfang zu Navigationszwecken eingesetzt; sie weisen ein Massensystem auf, das in Schwingungen versetzt wird. Diese Schwingung ist in der Regel eine Überlagerung einer Vielzahl von Einzelschwingungen. Diese Einzelschwingungen des Massensystems sind zunächst voneinander unabhängig und lassen sich jeweils abstrakt als "Resonatoren" auffassen. Zum Betrieb eines Vibrationskreisels sind wenigstens zwei Resonatoren erforderlich: einer dieser Resonatoren (erster Resonator) wird künstlich zu Schwingungen angeregt, die im Folgenden als "Anregungsschwingung" bezeichnet wird. Der andere Resonator (zweiter Resonator) wird nur dann zu Schwingungen angeregt, wenn der Vibrationskreisel bewegt/gedreht wird. In diesem Fall treten nämlich Corioliskräfte auf, die den ersten Resonator mit dem zweiten Resonator koppeln, der Anregungsschwingung des ersten Resonators Energie entnehmen und diese auf die Ausleseschwingung des zweiten Resonators übertragen. Die Schwingung des zweiten Resonators wird im Folgenden als "Ausleseschwingung" bezeichnet. Um Bewegungen (insbesondere Drehungen) des Corioliskreisels zu ermitteln, wird die Ausleseschwingung abgegriffen und ein entsprechendes Auslesesignal (z. B. das Ausleseschwingungs-Abgriffsignal) daraufhin untersucht, ob Änderungen in der Amplitude der Ausleseschwingung, die ein Maß für die Drehung des Corioliskreisels darstellen, aufgetreten sind. Corioliskreisel können sowohl als Open-Loop-System als auch als Closed-Loop-System realisiert werden. In einem Closed-Loop-System wird über jeweilige Regelkreise die Amplitude der Ausleseschwingung fortlaufend auf einen festen Wert – vorzugsweise null – rückgestellt.

25 Im Folgenden wird zur weiteren Verdeutlichung der Funktionsweise eines Corioliskreisels unter Bezugnahme auf Figur 2 ein Beispiel eines Corioliskreisels in Closed-Loop-Ausführung beschrieben.

30 Ein solcher Corioliskreisel 1 weist ein in Schwingungen versetzbares Mas-

- 2 -

1 sensystem 2 auf, das im Folgenden auch als "Resonator" bezeichnet wird. Diese Bezeichnung ist zu unterscheiden von den oben erwähnten "abstrakten" Resonatoren, die Einzelschwingungen des "echten" Resonators darstellen. Wie bereits erwähnt, kann der Resonator 2 als System aus zwei "Resonatoren" (erster Resonator 3 und zweiter Resonator 4) aufgefasst werden. Sowohl der erste als auch der zweite Resonator 3, 4 sind jeweils an einen Kraftgeber (nicht gezeigt) und an ein Abgriffssystem (nicht gezeigt) gekoppelt. Das Rauschen, das durch die Kraftgeber und die Abgriffssysteme erzeugt wird, ist hier durch Noise1 (Bezugszeichen 5) und Noise2 (Bezugszeichen 6) schematisch angedeutet.

Der Corioliskreisel 1 weist des Weiteren vier Regelkreise auf:

15 Ein erster Regelkreis dient zur Regelung der Anregungsschwingung (d.h. der Frequenz des ersten Resonators 3) auf eine feste Frequenz (Resonanzfrequenz). Der erste Regelkreis weist einen ersten Demodulator 7, ein erstes Tiefpassfilter 8, einen Frequenzregler 9, einen VCO ("Voltage Controlled Oscillator") 10 und einen ersten Modulator 11 auf.

20 Ein zweiter Regelkreis dient zur Regelung der Anregungsschwingung auf eine konstante Amplitude und weist einen zweiten Demodulator 12, ein zweites Tiefpassfilter 13 und einen Amplitudenregler 14 auf.

25 Ein dritter und ein vierter Regelkreis dienen zur Rückstellung derjenigen Kräfte, die die Ausleseschwingung anregen. Dabei weist der dritte Regelkreis einen dritten Demodulator 15, ein drittes Tiefpassfilter 16, einen Quadraturregler 17 und einen zweiten Modulator 18 auf. Der vierte Regelkreis enthält einen vierten Demodulator 19, ein vierthes Tiefpassfilter 20, einen Drehratenregler 21 und einen dritten Modulator 22.

30 Der erste Resonator 3 wird mit dessen Resonanzfrequenz  $\omega_1$  angeregt. Die resultierende Anregungsschwingung wird abgegriffen, mittels des ersten Demodulators 7 in Phase demoduliert, und ein demoduliertes Signalanteil wird dem ersten Tiefpassfilter 8 zugeführt, der daraus die Summenfrequenzen entfernt. Das abgegriffene Signal wird im Folgenden auch als Anregungsschwingungs-Abgriffssignal bezeichnet. Ein Ausgangssignal des ersten Tiefpassfilters 8 beaufschlagt einen Frequenzregler 9, der in Abhängigkeit des

- 3 -

1 ihm zugeführten Signals den VCO 10 so regelt, dass die In-Phase-Kompo-  
nente im Wesentlichen zu Null wird. Dazu gibt der VCO 10 ein Signal an den  
ersten Modulator 11, der seinerseits einen Kraftgeber so steuert, dass der  
erste Resonator 3 mit einer Anregungskraft beaufschlagt wird. Ist die In-  
5 Phase-Komponente Null, so schwingt der erste Resonator 3 auf seiner Reso-  
nanzfrequenz  $\omega_1$ . Es sei erwähnt, dass sämtliche Modulatoren und Demodu-  
latoren auf Basis dieser Resonanzfrequenz  $\omega_1$  betrieben werden.

10 Das Anregungsschwingungs-Abgriffsignal wird des Weiteren dem zweiten Re-  
gelkreis zugeführt und durch den zweiten Demodulator 12 demoduliert, des-  
sen Ausgabe das zweite Tiefpassfilter 13 passiert, dessen Ausgangssignal  
wiederum dem Amplitudenregler 14 zugeführt wird. In Abhängigkeit dieses  
Signals und eines Soll-Amplitudengebers 23 regelt der Amplitudenregler 14  
den ersten Modulator 11 so, dass der erste Resonator 3 mit einer konstan-  
15 ten Amplitude schwingt (d.h. die Anregungsschwingung weist eine konstante  
Amplitude auf).

20 Wie bereits erwähnt wurde, treten bei Bewegung/Drehungen des Coriolis-  
kreisels 1 Corioliskräfte – in der Zeichnung durch den Term  $FC \cdot \cos(\omega_1 \cdot t)$  an-  
gedeutet – auf, die den ersten Resonator 3 mit dem zweiten Resonator 4 kop-  
peln und damit den zweiten Resonator 4 zum Schwingen anregen. Eine re-  
sultierende Ausleseschwingung der Frequenz  $\omega_2$  wird abgegriffen, sodass ein  
entsprechendes Ausleseschwingungs-Abgriffsignal (Auslesesignal) sowohl  
dem dritten als auch dem vierten Regelkreis zugeführt wird. Im dritten Re-  
gelkreis wird dieses Signal durch den dritten Demodulator 15 demoduliert,  
Summenfrequenzen durch das dritte Tiefpassfilter 16 entfernt und das tief-  
passgefilterte Signal dem Quadraturregler 17 zugeführt, dessen Ausgangs-  
signal den dritten Modulator 22 so beaufschlagt, dass entsprechende Qua-  
draturanteile der Ausleseschwingung rückgestellt werden. Analog hierzu  
25 wird im vierten Regelkreis das Ausleseschwingungs-Abgriffsignal durch den  
vierten Demodulator 19 demoduliert, durchläuft das vierte Tiefpassfilter 20,  
und ein entsprechend tiefpassgefiltertes Signal beaufschlagt einerseits den  
Drehratenregler 21, dessen Ausgangssignal proportional zur momentanen  
Drehrate ist und als Drehraten-Messergebnis auf einen Drehratenausgang  
30 gegeben wird, und andererseits den zweiten Modulator 18, der entspre-  
chende Drehratenanteile der Ausleseschwingung rückstellt.  
35

- 4 -

- 1 Ein Corioliskreisel 1 wie oben beschrieben kann sowohl doppelresonant als auch nichtdoppelresonant betrieben werden. Wird der Corioliskreisel 1 doppelresonant betrieben, so ist die Frequenz  $\omega_2$  der Ausleseschwingung annähernd gleich der Frequenz  $\omega_1$  der Anregungsschwingung, wohingegen im nichtdoppelresonanten Fall die Frequenz  $\omega_2$  der Ausleseschwingung verschieden von der Frequenz  $\omega_1$  der Anregungsschwingung ist. Im Fall der Doppelresonanz beinhaltet das Ausgangssignal des vierten Tiefpassfilters 20 entsprechende Information über die Drehrate, im nichtdoppelresonanten Fall dagegen das Ausgangssignal des dritten Tiefpassfilters 16. Um zwischen den unterschiedlichen Betriebsarten doppelresonant/nichtdoppelresonant umzuschalten, ist ein Doppelschalter 25 vorgesehen, der die Ausgänge des dritten und vierten Tiefpassfilters 16, 20 wahlweise mit dem Drehratenregler 21 und dem Quadraturregler 17 verbindet.
- 15 Wenn der Corioliskreisel 1 doppelresonant betrieben werden soll, muss – wie erwähnt – die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung abgestimmt werden. Dies kann beispielsweise auf mechanischem Wege erfolgen, in dem Material am Massensystem (dem Resonator 2) abgetragen wird. Alternativ hierzu kann die Frequenz der Ausleseschwingung auch mittels eines elektrischen Feldes, in dem der Resonator 2 schwingbar gelagert ist, also durch Änderung der elektrischen Feldstärke, eingestellt werden. Damit ist es möglich, auch während des Betriebs des Corioliskreisels 1 eine elektronische Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung durchzuführen.
- 20
- 25
- 30 Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist es, ein Verfahren bereit zu stellen, mit dem in einem Corioliskreisel die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung elektronisch abgestimmt werden kann.
- 35 Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Ferner stellt die Erfindung einen Corioliskreisel gemäß Patentanspruch 11 bereit. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens finden sich in jeweiligen Unteransprüchen.
- 35 Erfindungsgemäß wird bei einem Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungs-

- 5 -

1 schwingung in einem Corioliskreisel der Resonator des Corioliskreisels mit-  
tels einer Störkraft so beaufschlagt, dass a) die Anregungsschwingung im  
Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und b) die Ausleseschwingung so geän-  
dert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal  
5 einen entsprechenden Störanteil enthält, wobei die Frequenz der Auslese-  
schwingung so geregelt wird, dass die Größe des in dem Auslesesignal ent-  
haltenden Störanteils möglichst klein wird.

10 Eine der Erfindung zugrunde liegende wesentliche Erkenntnis ist, dass eine  
künstliche Änderung der Ausleseschwingung im Drehraten- oder Quadratur-  
kanal um so stärker insbesondere im jeweils dazu orthogonalen Kanal sicht-  
bar ist, je weniger die Frequenz der Ausleseschwingung mit der Frequenz  
der Anregungsschwingung übereinstimmt. Die "Durchschlagsstärke" einer  
15 derartigen Störung auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal (insbesondere  
auf den orthogonalen Kanal) ist also ein Maß dafür, wie genau die Frequenz  
der Ausleseschwingung mit der Frequenz der Anregungsschwingung über-  
einstimmt. Wenn man also die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt,  
dass die Durchschlagsstärke ein Minimum annimmt, d.h. dass die Größe  
20 des in dem Ausleseschwingungs-Abgriffssignal enthaltenen Störanteils mini-  
mal wird, so ist damit gleichzeitig die Frequenz der Ausleseschwingung auf  
die Frequenz der Anregungsschwingung im Wesentlichen abgestimmt.

25 Wesentlich hierbei ist, dass die Störkräfte auf den Resonator lediglich die  
Ausleseschwingung, nicht jedoch die Anregungsschwingung ändern. Unter  
Bezugnahme auf Fig. 2 bedeutet dies, dass die Störkräfte nur den zweiten  
Resonator 4 beaufschlagen, nicht jedoch den ersten Resonator 3.

30 Vorzugsweise wird die Störkraft durch ein Störsignal erzeugt, das entspre-  
chenden Kraftgebern zugeführt wird bzw. auf Signale, die den Kraftgebern  
zugeführt werden, aufaddiert wird. Beispielsweise kann, um die Störkraft zu  
erzeugen, ein Störsignal auf jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/  
Kompensation der Ausleseschwingung aufaddiert werden.

35 Vorzugsweise ist das Störsignal ein Wechselsignal, beispielsweise eine Über-  
lagerung von Sinus- bzw. Kosinussignalen. Diese Störsignal weist in der Re-  
gel eine feste Störfrequenz auf, womit der Störanteil des Ausleseschwin-  
gungs-Abgriffssignals durch einen entsprechenden Demodulationsprozess,

- 6 -

1 der bei besagter Störfrequenz erfolgt, ermittelt werden kann. Eine Alternative ist, anstelle eines Wechselsignals bandbegrenztes Rauschen zu verwenden. In diesem Fall erfolgt die Demodulation des Störanteils aus dem Auslesesignal durch Korrelation des Störsignals (Rauschsignals) mit dem Auslesesignal (dem Signal, das den Störanteil enthält). Die Bandbreite des Rauschens hängt hierbei von den Eigenschaften des Resonators 2 und der Regelkreise ab.

10 Das oben beschriebene Verfahren kann sowohl auf einen Open-Loop- als auch auf einen Closed-Loop-Corioliskreisel angewandt werden. Im letzteren Fall wird das Störsignal vorzugsweise auf jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/Kompensation der Ausleseschwingung, aufaddiert. Beispielsweise kann das Störsignal zum Ausgangssignal eines Drehratenregelkreises hinzugefügt werden, und der Störanteil aus einem Signal ermittelt werden, das an einem Quadraturregler eines Quadraturregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird. Umgekehrt kann das Störsignal zum Ausgangssignal des Quadraturregelkreises hinzugefügt werden, und der Störanteil aus einem Signal ermittelt werden, das an einem Drehratenregler des Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird. Alternativ hierzu kann das Störsignal auf das Ausgangssignal des Quadraturregelkreises aufaddiert, und der Störanteil aus einem Signal ermittelt werden, das an einem Quadraturregler des Quadraturregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird. Ferner ist es möglich, das Störsignal zum Ausgangssignal des Drehratenregelkreises hinzuzufügen, und den Störanteil aus einem Signal zu ermitteln, das an einem Drehratenregler des Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird. Der Begriff "Auslesesignal" beinhaltet alle in diesem Absatz angeführten Signale, aus denen der Störanteil ermittelt werden kann. Zusätzlich beinhaltet der Begriff "Auslesesignal" das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal.

30

Die Frequenzregelung der Ausleseschwingung, d.h. die Kraftübertragung der zur Frequenzregelung nötigen Regelkräfte erfolgt hierbei durch Regelung der Stärke eines elektrischen Felds, in dem mindestens ein Teil des Resonators schwingt, wobei eine elektrische Anziehungskraft zwischen dem Resonator und einem den Resonator umgebenden rahmenfesten Gegenstück vorzugsweise nichtlinear ist.

- 1 Die Erfindung stellt weiterhin einen Corioliskreisel bereit, der einen Drehratenregelkreis und einen Quadraturregelkreis aufweist und gekennzeichnet ist durch eine Einrichtung zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung. Die Einrichtung zum elektronischen Abstimmen weist hierbei auf:
  - eine Störeinheit, die auf den Drehratenregelkreis oder den Quadraturregelkreis ein Störsignal gibt,
  - eine Störsignal-Detektiereinheit, die einen Störanteil ermittelt, der in einem die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist und durch das Störsignal erzeugt wurde, und
  - eine Regeleinheit, die die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Größe des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils möglichst klein wird.
- 15 Vorzugsweise gibt die Störeinheit das Störsignal auf den Quadraturregelkreis, wobei dann die Störsignal-Detektiereinheit den Störanteil aus einem Signal ermittelt, das an einem Drehratenregler des Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird. Umgekehrt kann die Störeinheit das Störsignal auf den Drehratenregelkreis geben, und die Störsignal-Detektiereinheit den Störanteil aus einem Signal ermitteln, das an einem Quadraturregler des Quadraturregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird. Ferner kann die Störeinheit das Störsignal auf den Drehratenregelkreis geben, und die Störsignal-Detektiereinheit den Störanteil aus einem Signal ermitteln, das an einem Drehratenregler des Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird. Eine weitere Alternative ist, das Störsignal durch die Störeinheit auf den Quadraturregelkreis zu geben, wobei dann die Störsignal-Detektiereinheit den Störanteil aus einem Signal ermittelt, das an einem Quadraturregler des Quadraturregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.
- 20
- 25
- 30
- Vorzugsweise ist das Störsignal ein Wechselsignal mit einer festen Störfrequenz, wobei in diesem Fall die Einrichtung zur elektronischen Abstimmung von Ausleseschwingungs- und Anregungsschwingungsfrequenz vorteilhafterweise eine Demodulationseinheit aufweist, die das Auslesesignal bei der festen Störfrequenz demoduliert und damit den im Auslesesignal enthaltenen Störanteil ermittelt. Das Störsignal kann prinzipiell an einer beliebigen Stelle in die Regelkreise (Drehratenregelkreis und einen Quadraturregelkreis)

1 eingeführt werden.

5 Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren die Erfindung in beispielweiser Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen:

10 **Figur 1** den schematischen Aufbau eines Corioliskreisels, der auf dem erfindungsgemäßen Verfahren basiert;

15 **Figur 2** den schematischen Aufbau eines herkömmlichen Corioliskreisels.

Zunächst wird unter Bezugnahme auf Figur 1 das erfindungsgemäße Verfahren in beispielweiser Ausführungsform näher erläutert. Dabei sind Teile bzw. Einrichtungen, die denen aus Figur 2 entsprechen, mit den selben Bezugssymbolen gekennzeichnet und werden nicht nochmals erläutert.

20 Ein Corioliskreisel 1' ist zusätzlich mit einer Störeinheit 26, einer Demodulationseinheit 27 und einem Ausleseschwingungs-Frequenzregler 28 versehen.

25 Die Störeinheit 26 erzeugt ein Wechselsignal mit einer Frequenz  $\omega_{mod}$ , das auf das Ausgabesignal eines Quadraturreglers 21 (d.h. am Kraftausgang der Quadraturregelung) aufaddiert wird. Das somit erhaltene zusammengesetzte Signal wird einem (dritten) Modulator 22 zugeführt, dessen entsprechendes Ausgabesignal einen Kraftgeber (nicht gezeigt) und damit den Resonator 2 beaufschlagt. Sofern die Frequenz der Ausleseschwingung nicht im Wesentlichen mit der Frequenz der Anregungsschwingung übereinstimmt, wird das durch die Störungs-Modulationseinheit 26 erzeugte Wechselsignal nach "Durchgang" durch den Resonator 2 in Form eines Störanteils des Ausleseschwingungs-Abgriffssignals beobachtet. Das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal wird einem Demodulationsprozess unterzogen, der durch einen vierten Demodulator 19 ausgeführt wird, und einem vierten Tiefpassfilter 20 zugeführt, dessen Ausgangssignal sowohl einen Drehratenregler 21 als auch die Demodulationseinheit 27 beaufschlagt. Das der Demodulationseinheit 27 zugeführte Signal wird mit einer Modulationsfrequenz  $\omega_{mod}$ , die der Frequenz des durch die Störeinheit 26 erzeugten Wechselsignals entspricht, demoduliert. Damit wird der Störanteil bzw. das Signal, das die Störung repräsentiert, ermittelt. Die Demodulationseinheit 27 ist in diesem Beispiel somit

- 9 -

1 als Störsignal-Detektiereinheit anzusehen. Ein Ausgangssignal der Demodulationseinheit 27 wird dem Ausleseschwingungs-Frequenzregler 28 zugeführt, der in Abhängigkeit davon die Frequenz der Ausleseschwingung so einstellt, dass das Ausgangssignal der Demodulationseinheit 27, d.h. die 5 Stärke des beobachteten Störanteils, minimal wird. Ist ein derartiges Minimum erreicht, so stimmen die Frequenzen von Anregungsschwingung und Ausleseschwingung im Wesentlichen überein. Das der Demodulationseinheit 27 zugeführte Signal kann alternativ zum Signal, das dem Drehratenregler 21 zugeführt wird, auch das Signal sein, das der Drehratenregler 21 ausgibt.

10 Wie bereits erwähnt, kann alternativ hierzu das durch die Störeinheit 26 erzeugte Wechselsignal auch auf ein Ausgangssignal des Drehratenreglers 21 aufaddiert werden. In diesem Fall wäre das der Demodulationseinheit 27 zugeführte Signal am Eingang oder Ausgang des Quadraturreglers 17 abzutragen.

15 Ferner ist es prinzipiell möglich, das Störsignal (hier das Wechselsignal, jedoch auch andere Störsignale wie bandbegrenztes Rauschen sind möglich) an einer beliebigen Stelle in den Quadraturregelkreis einzuspeisen (nicht nur unmittelbar vor dem dritten Modulator 22), d. h. an einer beliebigen Stelle zwischen dem Abgriff für die Ausleseschwingung und dem dritten Modulator 22. Analoge Überlegungen gelten für den Fall, das Störsignal in den Drehratenregelkreis einzuspeisen.

20 Es ist vorteilhaft, nach dem Einschalten des Corioliskreisels 1' die Modulationsfrequenz  $\omega_{mod}$  des Wechselsignals auf einen hohen Wert zu setzen, um eine schnelle Grobregelung der Frequenz der Ausleseschwingung zu erzielen. Dann kann auf eine relativ niedrige Modulationsfrequenz  $\omega_{mod}$  umgeschaltet werden, um eine Resonanz der Ausleseschwingung genau einzustellen. Zudem kann nach einer gewissen Zeit nach Einlaufen des Drehratenreglers 21 bzw. des Quadraturreglers 17 die Amplitude der Modulationsfrequenz  $\omega_{mod}$  stark reduziert werden. Da das Wechselsignal am Ausgang des Drehratenregelkreises, d.h. des dritten Regelkreises kompensiert wird, ist im Allgemeinen kein Sperrfilter für die Modulationsfrequenz  $\omega_{mod}$  im Drehratenregelkreis erforderlich.

- 10 -

1    Der Drehratenregler 21 hat gleichzeitig den Effekt, dass der dritte Demodulator 15 und der vierte Demodulator 19 den Kraftgeben für den Drehratenregelkreis (Kosinus-Kräfte) und Quadraturregelkreis (Sinus-Kräfte) phasenrichtig zugeordnet werden. Auf diese Weise können der Drehraten (vierter Regelkreis)- und Quadraturregelkreis (dritter Regelkreis) getrennt werden, auch wenn in der Analogelektronik des Corioliskreisels 1' Phasenverschiebungen auftreten, die sich insbesondere temperaturbedingt ändern können. Im Allgemeinen wird ein hoher Bias im Quadraturregelkreis auftreten. Sind dieser Regelkreis und der Drehratenregelkreis nicht sauber voneinander getrennt, erscheint dieser Bias auch im Drehratenregelkreis.

Auch wenn keine elektronische Frequenzabstimmung zwischen Anregungsschwingung und Ausleseschwingung erwünscht ist, kann der beschriebene Regelmechanismus zur Orthogonalisierung von Quadratur- und Drehratenregelkreis Verwendung finden. In diesem Fall ist die geregelte Größe die Referenzphase des dritten und vierten Demodulators 15, 19, die jeweils für Quadraturanteile und Drehratenanteile der Ausleseschwingung "zuständig" sind. Diese Regelung erfolgt vorzugsweise digital in einem Signalprozessor (DSP) und macht den Corioliskreisel bezüglich Phasenverschiebungen in der Analogelektronik unempfindlich.

Bei einem zweiten, alternativen Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung in einem Corioliskreisel wird der Resonator des Corioliskreisels mittels einer Störkraft so beaufschlagt, dass a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält, wobei die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass eine Phasenverschiebung zwischen einem Störsignal, das die Störkraft erzeugt, und dem im Auslesesignal enthaltenen Störanteil möglichst klein wird.

Unter "Resonator" wird hierbei das gesamte in Schwingung versetzbare Massensystem (oder ein Teil davon) des Corioliskreisels verstanden – also der mit Bezugsziffer 2 gekennzeichnete Teil des Corioliskreisels.

Eine dem zweiten alternativen Verfahren zugrunde liegende wesentliche Er-

- 11 -

1 kenntnis ist, dass die "Durchlaufzeit" einer Störung, also einer künstlichen  
Änderung der Ausleseschwingung durch Beaufschlagen des Resonators mit  
entsprechenden Störkräften, durch den Resonator, d. h. die Zeit, die ab dem  
5 Wirken der Störung am Resonator bis zum Abgriff der Störung als Teil des  
Auslesesignals verstreicht, von der Frequenz der Ausleseschwingung ab-  
hängt. Damit ist die Verschiebung zwischen der Phase des Störsignals und  
der Phase des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteilsignals ein Maß  
für die Frequenz der Ausleseschwingung. Es lässt sich zeigen, dass die Pha-  
senverschiebung ein Minimum annimmt, wenn die Frequenz der Auslese-  
10 schwingung mit der Frequenz der Anregungsschwingung im Wesentlichen  
übereinstimmt. Wenn man daher die Frequenz der Ausleseschwingung so re-  
gelt, dass die Phasenverschiebung ein Minimum annimmt, so ist damit  
gleichzeitig die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anre-  
gungsschwingung im Wesentlichen abgestimmt.

15

Bei einem dritten alternativen Verfahren zur elektronischen Abstimmung der  
Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwin-  
gung in einem Corioliskreisel wird der Resonator des Corioliskreisels mittels  
20 einer Störkraft so beaufschlagt, dass a) die Anregungsschwingung im We-  
sentlichen unbeeinflusst bleibt, und b) die Ausleseschwingung so geändert  
wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen  
entsprechenden Störanteil enthält, wobei die Störkraft definiert ist als dieje-  
nige Kraft, die durch das Signalrauschen im Auslesesignal hervorgerufen  
25 wird. Die Frequenz der Ausleseschwingung wird hierbei so geregelt, dass die  
Größe des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils, d.h. der Rauschan-  
teil, möglichst klein wird.

Unter "Resonator" wird hierbei das gesamte in Schwingung versetzbare Mas-  
sensystem des Corioliskreisels verstanden – also der mit Bezugsziffer 2 ge-  
30 kennzeichnete Teil des Corioliskreisels. Wesentlich hierbei ist, dass die Stör-  
kräfte auf den Resonator lediglich die Ausleseschwingung, nicht jedoch die  
Anregungsschwingung ändern. Unter Bezugnahme auf Fig. 2 würde dies be-  
deuten, dass die Störkräfte nur den zweiten Resonator 4 beaufschlagen,  
nicht jedoch den ersten Resonator 3.

35

Eine dem dritten alternativen Verfahren zugrunde liegende wesentliche Er-  
kenntnis ist, dass ein Störsignal in Form von Signalrauschen, das direkt im

- 12 -

- 1 Ausleseschwingungs-Abgriffssignal bzw. am Eingang der Regelkreise (Drehratenregelkreis/Quadraturregelkreis) auftritt, nach "Durchgang" durch die Regelkreise und den Resonator umso stärker im Ausleseschwingungs-Abgriffssignal beobachtbar ist, je weniger die Frequenz der Ausleseschwingung mit der Frequenz der Anregungsschwingung übereinstimmt. Das Signalrauschen, das das Signalrauschen der Ausleseschwingungs-Abgriffselektronik bzw. der random walk des Corioliskreisels ist, beaufschlagt nach "Durchlauf" durch die Regelkreise die Kraftgeber und erzeugt somit entsprechende Störkräfte, die den Resonator beaufschlagen und damit eine künstliche Änderung der Ausleseschwingung hervorrufen. Die "Durchschlagsstärke" einer derartigen Störung auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal ist also ein Maß dafür, wie genau die Frequenz der Ausleseschwingung mit der Frequenz der Anregungsschwingung übereinstimmt. Wenn man also die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Durchschlagsstärke ein Minimum annimmt, d.h. dass die Größe des in dem Ausleseschwingungs-Abgriffssignal enthaltenen Störanteils, d.h. des Rauschanteils, minimal wird, so ist damit gleichzeitig die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung abgestimmt.
- 5
- 10
- 15
- 20
- 25
- 30

Das zuerst beschriebene erfindungsgemäße Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfrequenz kann mit dem zweiten alternativen Verfahren und/oder dem dritten alternativen Verfahren beliebig kombiniert werden. Beispielsweise ist es möglich, bei Inbetriebnahme des Corioliskreisels das zuerst beschriebene Verfahren anzuwenden (schnelles Einschwingverhalten), und anschließend das dritte alternative Verfahren (langsamer Regelprozess) im eingeschwungenen Betrieb anzuwenden. Konkrete technische Ausgestaltungen sowie weitere Details zu den Verfahren kann der Fachmann den Patentanmeldungen "Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfrequenz eines Corioliskreisels", LTF-191-DE und LTF-192-DE desselben Anmelders entnehmen, in denen jeweils das zweite alternative Verfahren bzw. das dritte alternative Verfahren beschrieben sind. Der gesamte Inhalt der Patentanmeldungen LTF-191-DE/LTF-192-DE sei hiermit in die Beschreibung mit aufgenommen.

1

**P a t e n t a n s p r ü c h e**

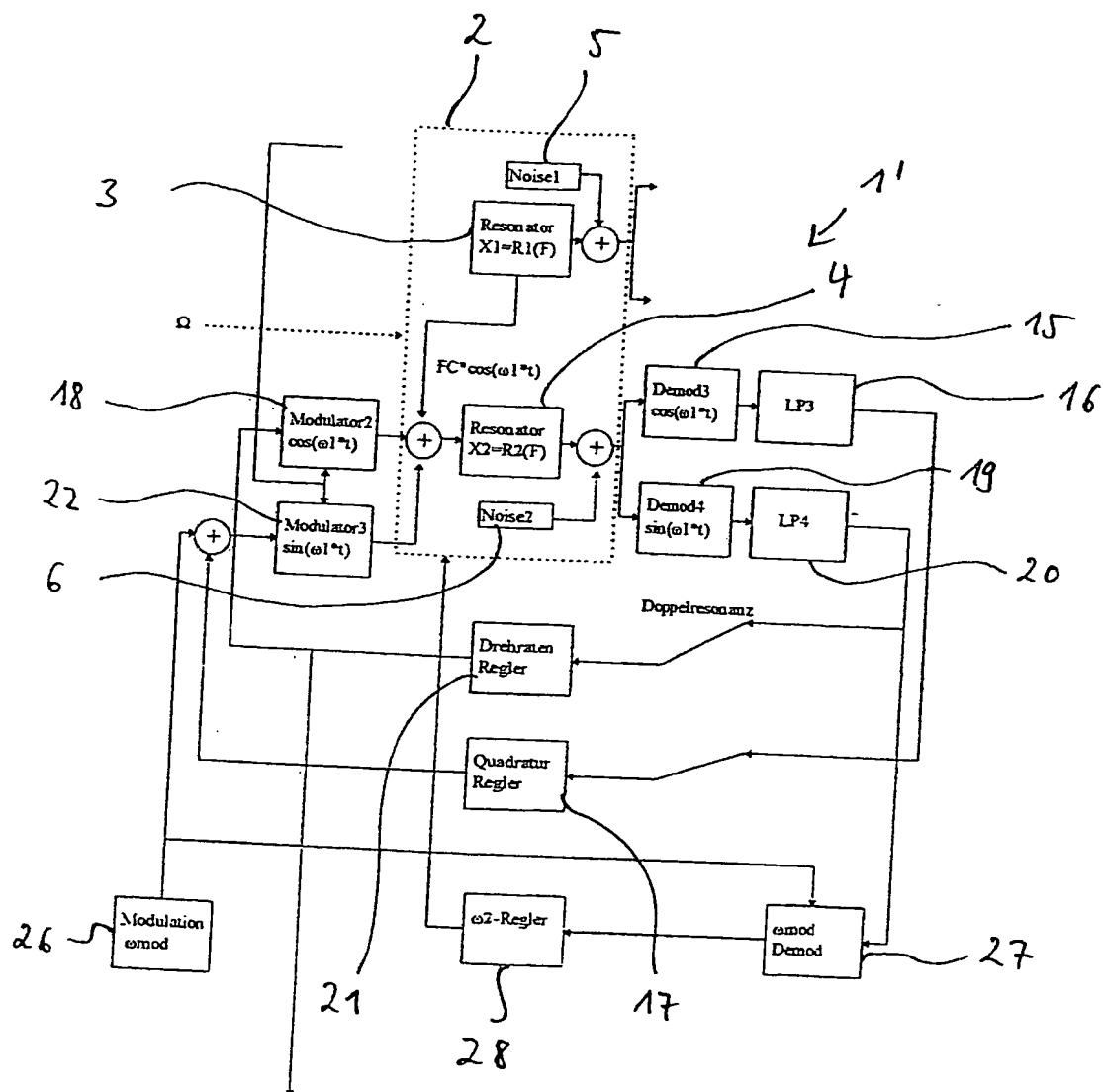
1. Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung in einem Corioliskreisel (1'), wobei
  - der Resonator (2) des Corioliskreisels (1') durch eine Störkraft so beaufschlagt wird, dass
    - a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und
    - b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält, wobei
      - die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass die Größe des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils möglichst klein wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Störkraft durch ein Störsignal erzeugt wird, das auf jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/Kompensation der Ausleseschwingung aufaddiert wird.
- 20 3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal ein Wechsesignal ist.
4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal eine feste Störfrequenz aufweist, und der Störanteil aus dem Auslesesignal durch Demodulieren des Auslesesignals mit der festen Störfrequenz ermittelt wird.
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal bandbegrenztes Rauschen ist, und eine Demodulation des Störanteils aus dem Auslesesignal durch Korrelation des Störsignals mit dem Auslesesignal erfolgt.
- 30 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal zum Ausgangssignal des Drehratenregelkreises hinzzuaddiert wird, und der Störanteil aus einem Signal ermittelt wird, das an einem Quadraturregler (17) des Quadraturregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.
- 35

- 14 -

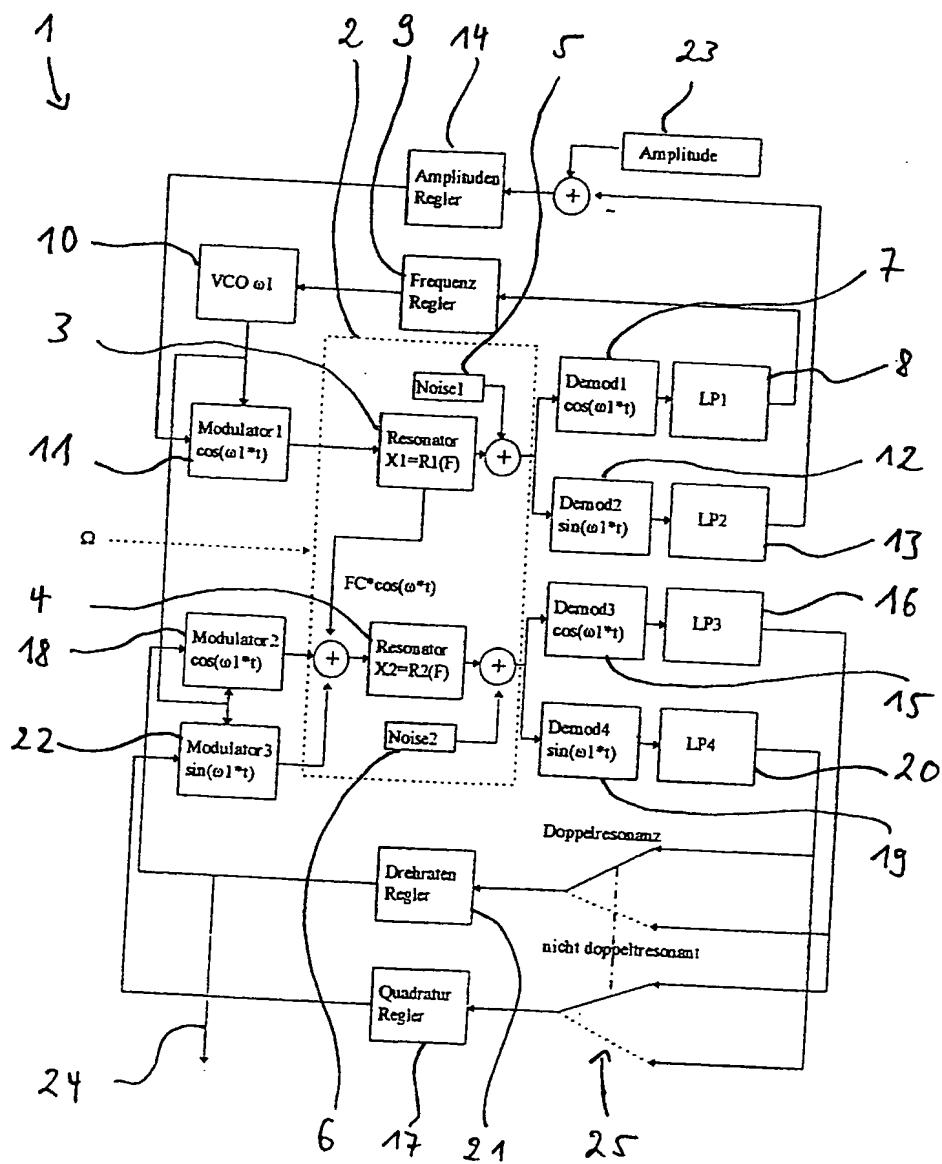
- 1      7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal zum Ausgangssignal des Quadraturregelkreises hinzuaddiert wird, und der Störanteil aus einem Signal ermittelt wird, das an einem Drehratenregler (21) des Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.
- 5
- 10     8. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal auf das Ausgangssignal des Quadraturregelkreises aufaddiert wird, und der Störanteil aus einem Signal ermittelt wird, das an einem Quadraturregler (17) des Quadraturregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.
- 15     9. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal zum Ausgangssignal des Drehratenregelkreises hinzuaddiert wird, und der Störanteil aus einem Signal ermittelt wird, das an einem Drehratenregler (21) des Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.
- 20     10. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Frequenzregelung der Ausleseschwingung durch Regelung der Stärke eines elektrischen Felds erfolgt, in dem ein Teil des Resonators (2) des Corioliskreisels (1') schwingt.
- 25     11. Corioliskreisel (1'), der einen Drehratenregelkreis und einen Quadraturregelkreis aufweist, gekennzeichnet durch eine Einrichtung zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung, mit:
  - einer Störeinheit (26), die auf den Drehratenregelkreis oder den Quadraturregelkreis ein Störsignal gibt,
  - einer Störsignal-Detektoreinheit (27), die einen Störanteil ermittelt, der in einem die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist und durch das Störsignal erzeugt wurde, und
  - einer Regeleinheit (28), die die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Größe des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils möglichst klein wird.
- 30
- 35     12. Corioliskreisel (1') nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet,

- 15 -

- 1 dass die Störeinheit (26) das Störsignal auf den Drehratenregelkreis gibt, und die Störsignal-Detektiereinheit (27) den Störanteil aus einem Signal ermittelt, das an einem Quadraturregler (17) des Quadraturregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.
- 5
- 10 **13.** Corioliskreisel (1') nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Störeinheit (26) das Störsignal auf den Quadraturregelkreis gibt, und die Störsignal-Detektiereinheit (27) den Störanteil aus einem Signal ermittelt, das an einem Drehratenregler (21) des Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.
- 15 **14.** Corioliskreisel (1') nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Störeinheit (26) das Störsignal auf den Drehratenregelkreis gibt, und die Störsignal-Detektiereinheit (27) den Störanteil aus einem Signal ermittelt, das an einem Drehratenregler (21) des Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.
- 20 **15.** Corioliskreisel (1') nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Störeinheit (26) das Störsignal auf den Quadraturregelkreis gibt, und die Störsignal-Detektiereinheit (27) den Störanteil aus einem Signal ermittelt, das an einem Quadraturregler (17) des Quadraturregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.
- 25 **16.** Corioliskreisel (1') nach einem der Ansprüche 11 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass das Störsignal ein Wechselsignal mit einer festen Störfrequenz ist, und die Einrichtung zur elektronischen Abstimmung von Ausleseschwingungs- und Anregungsschwingungsfrequenz eine Demodulationseinheit (27) aufweist, die das Auslesesignal bei der festen Störfrequenz demoduliert und damit den im Auslesesignal enthaltenen Störanteil ermittelt.
- 30

Fig. 1

2/2

Fig. 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/EU/10970A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 G01C19/56

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 G01C G01P

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 97 45699 A (UNIV CALIFORNIA) 4 December 1997 (1997-12-04) page 14, line 10 -page 19, line 18 page 24, line 1 -page 31, line 18 page 34, line 3 - line 20; figures 1,2,7A,7B,7C,12 -----	1-16
A	WO 99 19734 A (IRVINE SENSORS CORP) 22 April 1999 (1999-04-22) page 4, line 2 -page 5, line 26 page 7, line 25 -page 8, line 4; figure 1 -----	1-16

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

7 January 2004

16/01/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Springer, O

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Int. Aktenzeichen

PCT/EP/10970

A. Klassifizierung des Anmeldungsgegenstandes  
IPK 7 GO1C19/56

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)  
IPK 7 GO1C GO1P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 97 45699 A (UNIV CALIFORNIA) 4. Dezember 1997 (1997-12-04) Seite 14, Zeile 10 -Seite 19, Zeile 18 Seite 24, Zeile 1 -Seite 31, Zeile 18 Seite 34, Zeile 3 - Zeile 20; Abbildungen 1,2,7A,7B,7C,12 ----	1-16
A	WO 99 19734 A (IRVINE SENSORS CORP) 22. April 1999 (1999-04-22) Seite 4, Zeile 2 -Seite 5, Zeile 26 Seite 7, Zeile 25 -Seite 8, Zeile 4; Abbildung 1 -----	1-16

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu  
entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- \* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- \*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- \*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldeatum veröffentlicht worden ist
- \*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- \*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Aussstellung oder andere Maßnahmen bezicht
- \*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldeatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

- \*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldeatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- \*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- \*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- \*&\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

7. Januar 2004

16/01/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Springer, O

## INTERNATIONALER RECHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationaler Aktenzeichen

PCT/EP/03/10970

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9745699	A 04-12-1997	US AU EP JP WO US US US	5992233 A 3474497 A 0902876 A1 2002515976 T 9745699 A2 6296779 B1 6250156 B1 6067858 A	30-11-1999 05-01-1998 24-03-1999 28-05-2002 04-12-1997 02-10-2001 26-06-2001 30-05-2000
WO 9919734	A 22-04-1999	EP JP WO US US	1023607 A2 2001520385 T 9919734 A2 6089089 A 6578420 B1	02-08-2000 30-10-2001 22-04-1999 18-07-2000 17-06-2003

## PATENT COOPERATION TREATY

5)

From the INTERNATIONAL BUREAU

## PCT

## NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

Date of mailing (day/month/year)  
06 May 2004 (06.05.2004)

To:

MÜLLER, Frithjof, E.  
Müller . Hoffmann & Partner  
Innere Wiener Strasse 17  
81667 München  
ALLEMAGNEFIRINGEGANGEN  
MÜLLER + HOFFMANN & PARTNER

17 Mai 2004

Prist .....

Applicant's or agent's file reference  
55412 Mü/rs

## IMPORTANT NOTICE

International application No.  
PCT/EP2003/010970International filing date (day/month/year)  
02 October 2003 (02.10.2003)Priority date (day/month/year)  
18 October 2002 (18.10.2002)

Applicant

LITEF GMBH et al

- Notice is hereby given that the International Bureau has communicated, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this notice:

EP, JP, US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

- The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

CA, CZ, PL

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

- Enclosed with this notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 06 May 2004 (06.05.2004) under No. WO 2004/038331

## 4. TIME LIMITS for filing a demand for international preliminary examination and for entry into the national phase

The applicable time limit for entering the national phase will, subject to what is said in the following paragraph, be **30 MONTHS** from the priority date, not only in respect of any elected Office if a demand for international preliminary examination is filed before the expiration of **19 months** from the priority date, but also in respect of any designated Office, in the absence of filing of such demand, where Article 22(1) as modified with effect from 1 April 2002 applies in respect of that designated Office. For further details, see *PCT Gazette* No. 44/2001 of 1 November 2001, pages 19926, 19932 and 19934, as well as the *PCT Newsletter*, October and November 2001 and February 2002 issues.

In practice, time limits other than the 30-month time limit will continue to apply, for various periods of time, in respect of certain designated or elected Offices. For regular updates on the applicable time limits (20, 21, 30 or 31 months, or other time limit), Office by Office, refer to the *PCT Gazette*, the *PCT Newsletter* and the *PCT Applicant's Guide*, Volume II, National Chapters, all available from WIPO's Internet site, at <http://www.wipo.int/pct/en/index.html>.

For filing a demand for international preliminary examination, see the *PCT Applicant's Guide*, Volume I/A, Chapter IX. Only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

It is the applicant's sole responsibility to monitor all these time limits.

The International Bureau of WIPO  
34, chemin des Colombettes  
1211 Geneva 20, Switzerland

Authorized officer

Yolaine Cussac

Facsimile No.+41 22 740 14 35

Facsimile No.+41 22 338 70 80

VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM  
GEBIET DES PATENTWESES

6)

PCT  
INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT  
(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Annehmers oder Anwalts 55412 Mü/pn	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/10970	Internationales Anmelde datum (Tag/Monat/Jahr) 02.10.2003	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 18.10.2002
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01C19/56		
Annehmer LITEF GMBH et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Annehmer gemäß Artikel 36 übermittelt.
  
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
 Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
Diese Anlagen umfassen insgesamt Blätter.
  
3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:
  - I  Grundlage des Bescheids
  - II  Priorität
  - III  Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erforderliche Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
  - IV  Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
  - V  Begründete Feststellung nach Regel 66.2 a)ii) hinsichtlich der Neuheit, der erforderlichen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
  - VI  Bestimmte angeführte Unterlagen
  - VII  Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
  - VIII  Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 30.12.2003	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 27.07.2004
Name und Postanschrift der mit der internationalen Prüfung beauftragten Behörde  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Springer, O Tel. +49 89 2399-2619



# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/10970

## I. Grundlage des Berichts

1. Hinsichtlich der **Bestandteile** der internationalen Anmeldung (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigefügt, weil sie keine Änderungen enthalten (Regeln 70.16 und 70.17)*):

### Beschreibung, Seiten

1-12 in der ursprünglich eingereichten Fassung

### Ansprüche, Nr.

1-16 in der ursprünglich eingereichten Fassung

### Zeichnungen, Blätter

1/2-2/2 in der ursprünglich eingereichten Fassung

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um:

- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- Beschreibung, Seiten:
- Ansprüche, Nr.:
- Zeichnungen, Blatt:

**INTERNATIONALER VORLÄUFIGER  
PRÜFUNGSBERICHT**

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 03/10970

5.  Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

*(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen.)*

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

**V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung**

1. Feststellung  
Neuheit (N) Ja: Ansprüche 1 bis 16  
Nein: Ansprüche  
Erfinderische Tätigkeit (IS) Ja: Ansprüche 1 bis 16  
Nein: Ansprüche  
Gewerbliche Anwendbarkeit (IA) Ja: Ansprüche: 1 bis 16  
Nein: Ansprüche:

2. Unterlagen und Erklärungen:

**siehe Beiblatt**

**Zu Punkt V:** Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung:

**1. Technisches Gebiet:**

Die Erfindung betrifft einen Corioliskreisel und ein Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Auslese- mit der Anregungsfrequenz eines Corioliskreisels.

**2. Unabhängige Ansprüche:** Ansprüche 1 (Verfahren) und 11 (Vorrichtung).

**3. Stand der Technik:**

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1: WO-A-97 45699; UNIVERSITY OF CALIFORNIA; 4. Dezember 1997

D2: WO-A-99 19734; IRVINE SENSORS CORP; 22. April 1999

**Dokument D1**, welches als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, offenbart einen Corioliskreisel mit Frequenzabgleich durch Anlegen einer Gleichspannungs-Vorspannung (Bias) an die Ausleseelektronen.

**Dokumente D2** beschreibt einen Corioliskreisel mit Frequenzabgleich durch Anlegen einer Kraft an den Resonator.

**4. Neuheit - Artikel 33(2) PCT**

**4.1 Unabhängige Ansprüche 1 und 11:**

Der Gegenstand der unabhängigen Ansprüche 1 und 11 unterscheidet sich vom nächstliegenden Stand der Technik nach Dokument **D1** dadurch, dass die Vorspannung, respektive Störkraft so angelegt ist, dass die Anregungsschwingung unbeeinflusst bleibt und nur das Auslesesignal der Ausleseschwingung den Störanteil enthält und dass die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass dieser Störanteil möglichst klein wird. Somit ist der Gegenstand der Ansprüche 1 und 11 neu gegenüber Dokument D1. Dokument **D2** ist weniger relevant.

**5. Erfinderische Tätigkeit - Artikel 33(3) PCT**

**5.1 Unabhängige Ansprüche 1 un 11:**

Durch dieses Verfahren und diese Anordnung wird die objektive technische Aufgabe gelöst, eine sehr genaue, jedoch einfache Frequenzabstimmung durchzuführen. Da die Anregungsschwingung unbeeinflusst bleibt, ändert sich der Einfluss der Corioliskraft auf den Resonator nicht. Durch das Minimieren des Störanteils im Auslesesignal ergibt sich ein einfaches und doch sehr exaktes Verfahren zur Frequenzabstimmung. Solch eine Anordnung bzw. ein Verfahren ist aus dem zitierten Stand der Technik weder bekannt noch nahegelegt. Die Anforderungen an Artikel 33(3) PCT sind somit erfüllt.

**5.2 Abhängige Ansprüche 2 bis 10 und 12 bis 16:**

Die abhängigen Ansprüche 2 bis 10 und 12 bis 16 betreffen zusätzliche Merkmale der unabhängigen Ansprüche 1 bzw. 11, auf die sie sich beziehen und der Gegenstand dieser Ansprüche wird aus diesem Grund für neu und erfinderisch angesehen.

**6. Industrielle Anwendbarkeit - Artikel 33(4) PCT**

Die in den Ansprüchen 1 bis 16 beanspruchte Erfindung ist industriell anwendbar auf dem Gebiet der Corioliskreisel.

**7. Klarheit - Artikel 6 PCT**

Die Anmeldung erfüllt nicht die Erfordernisse des Artikels 6 PCT, weil der Anspruch 11 nicht klar ist:

**7.1 Unabhängiger Anspruch 11:**

Der unabhängiger Anspruch 11 bezieht sich auf einen Corioliskreisel. Allerdings werden im gesamten Anspruch keinerlei technische Merkmale dieses Corioliskreisels, wie z.B. Resonator, Anregungs- und Ausleseeinheiten, erwähnt. Der Wortlaut des Anspruchs beschreibt lediglich eine Vorrichtung zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung eines Corioliskreisels. Dies führt zu einer Unklarheit, welche jedoch in einer eventuell nachfolgenden regionalen Phase leicht zu beheben ist.

**8. Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung**

Das auf Seite 10, Zeilen 22ff der Beschreibung beschriebene alternative zweite Verfahren wird in den Ansprüchen nicht erwähnt und hätte deshalb als eindeutig nicht zu Erfindung gehörend gekennzeichnet werden sollen (z.B. als "Beispiel" bezeichnet).

Dies gilt ebenso für das auf S. 11, Z. 16ff beschriebene alternative dritte Verfahren.

Die auf S. 12, Z. 29-30 der Beschreibung zitierten Patentanmeldungen hätten mit ihrer Veröffentlichungsnummern angegeben werden sollen (siehe auch die PCT internationalen vorläufigen Prüfungsrichtlinien C-II, 4.18).

Die Formulierung "*Der gesamte Inhalt der Patentanmeldungen ... sei hiermit in die Beschreibung mit aufgenommen*" auf S. 12, Z. 32-33 der Beschreibung hätte gelöscht werden sollen (siehe die PCT internationalen vorläufigen Prüfungsrichtlinien C-II, 4.17).

Um die Erfordernisse der Regel 5.1(a)(ii) PCT zu erfüllen, wären in der Beschreibung die Dokumente **D1** und **D2** zu nennen gewesen; der darin enthaltene einschlägige Stand der Technik hätte kurz umrissen werden sollen

Diese Mängel sind in einer eventuell nachfolgenden regionalen Phase leicht zu beheben.

**Gleichzeitige PCT Anmeldungen:**

EP03/11090 ist eine gleichzeitige PCT Anmeldung zu der vorliegenden Anmeldung mit gleichem wirksamen Datum. Der Schutzmfang der Ansprüche 1 bis 6 der vorliegenden Anmeldung ist der gleiche wie in EP03/11090 und beide Anmeldungen wurde vom selben Anmelder eingereicht. Der Anmelder wird darauf hingewiesen, dass in einer eventuell folgenden regionalen Phase, eine oder beide Anmeldungen so zu ändern sind, dass sie nicht länger die gleiche Erfindung beanspruchen, oder es muss unter diesen Anmeldungen eine ausgewählt werden, die im Hinblick auf die Patenterteilung bearbeitet werden soll (siehe die PCT internationalen vorläufigen Prüfungsrichtlinien, IC IV-6.3).

**Re Item V:** Justified finding in accordance with Article 35(2) with regard to novelty, inventive step and industrial applicability; Documents and statements to support this finding:

**1. Technical Field:**

The invention relates to a Coriolis gyro and to a method for electronic tuning of the read frequency to the stimulation frequency of a Coriolis gyro.

**2. Independent Claims:** Claims 1 (method) and 11 (apparatus).

**3. Prior Art:**

The following documents are cited:

D1: WO-A-97 45699; UNIVERSITY OF CALIFORNIA;  
December 4, 1997

D2: WO-A-99 19734; IRVINE SENSORS CORP; April 22,  
1999

**Document D1**, which is regarded as the closest prior art, discloses a Coriolis gyro with frequency tuning by application of a DC voltage bias voltage (bias) to the read electrodes.

**Document D2** describes a Coriolis gyro with frequency tuning by application of a force on the resonator.

**4. Novelty - Article 33(2) PCT**

**4.1 Independent Claims 1 and 11:**

The subject matter of the independent claims 1 and 11 differs from the closest prior art according to

the document **D1** in that the bias voltage or the disturbance force is applied such that the stimulation oscillation remains uninfluenced, and only the read signal of the read oscillation contains the disturbance component, and such that the frequency of the read oscillation is controlled such that this disturbance component is as small as possible. The subject matter of claims 1 and 11 is thus novel in comparison to the document D1. The document **D2** is less relevant.

**5. Inventive step - Article 33(3) PCT**

**5.1 Independent Claims 1 and 11:**

This method and this arrangement achieve the objective technical task of carrying out very accurate but simple frequency tuning. Since the stimulation oscillation remains uninfluenced, the influence of the Coriolis force on the resonator does not change. Minimizing the disturbance component in the read signal results in a simple but very exact method for frequency tuning. An arrangement and a method such as this are neither known nor obvious from the cited prior art. The requirements of Article 33(3) PCT are thus satisfied.

**5.2 Dependent Claims 2 to 10 and 12 to 16:**

The dependent claims 2 to 10 and 12 to 16 relate to additional features of the independent claims 1 and 11, respectively, to which they relate, and the subject matter of these claims is for this reason regarded as novel and inventive.

**6. Industrial applicability - Article 33(4) PCT**

The invention as claimed in claims 1 to 16 is industrially applicable to the field of Coriolis gyros.

**7. Clarity - Article 6 PCT**

The application does not comply with the requirements of Article 6 of the PCT because claim 11 is not clear:

**7.1 Independent Claim 11:**

The independent claim 11 relates to a Coriolis gyro. However, no technical features of this Coriolis gyro, such as a resonator, stimulation and read units, are mentioned anywhere in the claim. The wording of the claim describes only an apparatus for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation of a Coriolis gyro. This leads to lack of clarity although, however, this can easily be rectified in any subsequent regional phase.

**8. Specific failings of the international application**

The alternative second method, which is described on page 10, lines 22 et seqq of the description, is not mentioned in the claims and should therefore not have been regarded as being identified unambiguously with the invention (for example referred to as "example").

This also applies to the alternative third method described on page 11, lines 16 et seqq.

The patent applications which are cited on page 12, lines 29-30 of the description, should have been stated with their publication numbers (see also the PCT International Preliminary Examination guidelines C-II, 4.18).

The wording "*the entire contents of the patent applications... are hereby included in the description*" on page 12, lines 32-33 of the description should have been deleted (see the PCT International Preliminary Examination Guidelines C-II, 4.17).

In order to comply with the requirements of Rule 5.1(a)(ii) PCT, the documents **D1** and **D2** should have been cited in the description; the relevant prior art contained in them should have been briefly outlined.

These failings can easily be rectified in any subsequent regional phase.

**Simultaneous PCT Applications:**

EP03/11090 is a simultaneous PCT application relating to the present application and with the same effective date. The scope of protection of claims 1 to 6 of the present application is the same as in EP03/11090, and both applications have been submitted by the same applicant. The applicant is advised that one or both applications should be modified in any subsequent regional phase such that they no longer claim the same invention, or one of these applications should be chosen and should be processed with regard to the

**INTERNATIONAL  
PRELIMINARY EXAMINATION  
REPORT - ATTACHMENT**

International file reference

PCT/EP03/10970

---

grant of a patent (see the PCT International Preliminary Examination Guidelines IC IV-6.3).

# Deutsches Patent- und Markenamt

München, den 23. April 2003

Telefon: (0 89) 21 95 - 2729

Aktenzeichen:

102 48 733.2-52

Anmelder:

Litex GmbH

Deutsches Patent- und Markenamt · 80297 München

Patentanwälte  
Müller - Hoffmann & Partner  
Innere Wiener Str. 17  
81667 München



Ihr Zeichen: 53972 Mü/rs

71  
m / 17a  
Bitte Aktenzeichen und Anmelder bei allen Eingaben und Zahlungen angeben

Zutreffendes ist angekreuzt  und/oder ausgefüllt!

Prüfungsantrag, Einzahlungstag am 18.10.2002

Eingabe vom eingegangen am

Die Prüfung der oben genannten Patentanmeldung hat zu dem nachstehenden Ergebnis geführt.

Zur Äußerung wird eine Frist von

vier Monat(en)

gewährt, die mit der Zustellung beginnt.

Für Unterlagen, die der Äußerung gegebenenfalls beigefügt werden (z.B. Beschreibung, Beschreibungsteile, Patentansprüche, Zeichnungen), sind je zwei Ausfertigungen auf gesonderten Blättern erforderlich. Die Äußerung selbst wird nur in einfacher Ausfertigung benötigt.

Werden die Beschreibung, die Patentansprüche oder die Zeichnungen im Laufe des Verfahrens geändert, so hat der Anmelder, sofern die Änderungen nicht vom Deutschen Patent- und Markenamt vorgeschlagen sind, im Einzelnen anzugeben, an welcher Stelle die in den neuen Unterlagen beschriebenen Erfindungsmerkmale in den ursprünglichen Unterlagen offenbart sind.

- 2 -

## Hinweis auf die Möglichkeit der Gebrauchsmusterabzweigung

Der Anmelder einer mit Wirkung für die Bundesrepublik Deutschland eingereichten Patentanmeldung kann eine Gebrauchsmusteranmeldung, die den gleichen Gegenstand betrifft, einreichen und gleichzeitig den Anmeldetag der früheren Patentanmeldung in Anspruch nehmen. Diese Abzweigung (§ 5 Gebrauchsmustergesetz) ist bis zum Ablauf von 2 Monaten nach dem Ende des Monats möglich, in dem die Patentanmeldung durch rechtskräftige Zurückweisung, freiwillige Rücknahme oder Rücknahmefiktion erledigt, ein Einspruchsverfahren abgeschlossen oder - im Falle der Erteilung des Patents - die Frist für die Beschwerde gegen den Erteilungsbeschluss fruchtlos verstrichen ist. Ausführliche Informationen über die Erfordernisse einer Gebrauchsmusteranmeldung, einschließlich der Abzweigung, enthält das Merkblatt für Gebrauchsmusteranmelder (G 6181), welches kostenlos beim Patent- und Markenamt und den Patentinformationszentren erhältlich ist.

Annahmestelle und  
Nachbriefkasten  
nur  
Zweibrückenstraße 12

Hauptgebäude  
Zweibrückenstraße 12  
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)  
Markenabteilungen:  
Cincinnatistraße 64  
81534 München

Hausadresse (für Fracht)  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstraße 12  
80331 München

Telefon (0 89) 2195-0  
Telefax (0 89) 2195-2221  
Internet: <http://www.dpma.de>

Bank:  
Landeszentralbank München  
Kto.Nr.: 700 010 54  
BLZ: 700 000 00

P 2401.1 S-Bahnanschluss im  
4.02 Münchner Verkehrs- und  
Tarifverbund (MVV) →

Zweibrückenstr. 12 (Hauptgebäude)  
Zweibrückenstr. 5-7 (Breiterhof)  
S1 - S8 Haltestelle Isartor

Cincinnatistraße:  
S2 Haltestelle Fasangarten  
Bus 98 / 99 (ab S-Bahnhof Giesing) Haltestelle Cincinnatistraße

In diesem Bescheid sind folgende Druckschriften erstmalig genannt  
(Die Nummerierung gilt auch für das weitere Verfahren):

- 1) DE 199 10 415 A1
- 2) DE 199 39 998 A1
- 3) DE 696 15 468 T2
- 4) DE 100 62 347 A1
- 5) DE 44 47 005 A1
- 6) DE 696 20 824 T2

I.

Aus der Druckschrift 1) (Beschreibung zur Figur 1) ist ein Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung (Sp. 1, Abs. 1) in einem Corioliskreisel bekannt, wobei der Resonator 10, 20 des Corioliskreisels durch eine Störkraft (Sp. 1, Z. 28 „Testsignal“) so beaufschlagt wird, dass die Anregungsschwingung 20 im wesentlichen unbeeinflusst bleibt (Sp. 3, Z. 39-44). Weiter ist aus der Druckschrift 1) bekannt, die Ausleseschwingung 10 so zu ändern, dass ein die Ausleseschwingung 10 repräsentatives Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält (Sp. 3, Z. 39 bis Sp. 4, Z. 4). Die Frequenz der Ausleseschwingung wird so geregelt, dass die Größe des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils möglichst klein wird (Sp. 3, Z. 59).

Der Gegenstand nach Patentanspruch 1 ist daher mit allen seinem Merkmalen aus der Druckschrift 1) bekannt.

Der Patentanspruch 1 ist somit nicht gewährbar.

## II

Mit dem nicht gewährbaren Patentanspruch 1 können auch alle rückbezogenen Patentansprüche 2 bis 10 schon wegen ihrer rückbezüglichen Formulierung nicht wie vorliegend erteilt werden.

Die Merkmale nach Patentanspruch 2, dass ein Störsignal auf jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/Kompensation der Ausleseschwingung aufaddiert wird, ist aus der Druckschrift 1) (Sp. 4, Z. 54-60) bekannt.

Die Merkmale nach Patentanspruch 3, dass das Störsignal ein Wechselsignal ist und dass das Störsignal eine feste Frequenz aufweist, sind aus der Druckschrift 1) (Sp. 3, Z. 44-51) und der Druckschrift 2) (Sp. 5, Abs. 2) bekannt.

Störsignale in Form von Rauschen sind aus der Druckschrift 2) (Sp. 2, Z. 40-43) bekannt.

In der Druckschrift 1) (Figur 1 und deren Beschreibung) wird das Störsignal 12 zum Ausgangssignal des Drehratenreglers 16 hinzuaddiert (Patentanspruch 6).

Aus der Druckschrift 2) (Figur 3 und deren Beschreibung) ist bekannt, das Störsignal zum Ausgangssignal des Quadraturregelkreises zu addieren (Patentanspruch 7).

Zu Patentanspruch 8 und 9 wird ebenfalls auf die Druckschrift 2) (Figur 3) verwiesen.

Die Merkmale nach Patentanspruch 10, dass die Frequenzregelung der Ausleseschwingung durch Regelung des elektrischen Feldes erfolgt, sind aus der Druckschrift 1) (Sp. 2, Z. 38, 39 „elektrostatische Mitkopplung“) und 2) (Sp. 2, Z. 15) bekannt.

Aus der Druckschrift 2) (Figur 3 und deren Beschreibung) ist ein Corioliskreisel, der einen Drehratenregelkreis 5 und einen Quadraturregelkreis 7 aufweist, bekannt. Weiter ist eine Einrichtung zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung (Sp. 3, Z. 50-53) mit einer Störeinheit 6, die auf den Drehratenregelkreis oder den Quadraturregelkreis 7 ein Störsignal gibt, bekannt. Es ist eine Störsignal-Detektiereinheit vorgesehen, die einen Störanteil ermittelt, der in einem die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist und durch das Störsignal erzeugt wurde, und einer Regeleinheit 5, die die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Größe des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteil möglichst klein wird (Sp. 3, Z. 33). Der Gegenstand des nebengeordneten Patentanspruchs 11 ist mit allen Merkmalen aus der Druckschrift 2) bekannt. Der Gegenstand des nebengeordneten Patentanspruchs 11 ist daher nicht gewährbar.

Mit dem nicht gewährbaren nebengeordneten Patentanspruch 11 können auch alle rückbezogenen Patentansprüche 12 bis 16 schon wegen ihrer rückbezüglichen Formulierung nicht wie vorliegend erteilt werden.

Die Merkmale nach Patentanspruch 12 bis 15, dass die Störeinheit das Störsignal auf den Drehratenregelkreis bzw. auf den Quadraturregelkreis gibt, sind aus der Druckschrift 2) (Figur 3) bekannt.

Die Merkmale nach Patentanspruch 16, dass das Störsignal ein Wechselsignal mit einer festen Frequenz ist, sind aus der Druckschrift 1) (Sp. 3, Z. 44-51) und der Druckschrift 2) (Sp. 5, Abs. 2) bekannt.

Weiter wird zum Stand der Technik auf die Druckschriften 3) bis 6) verwiesen, aus denen ebenfalls Verfahren zur elektronischen Frequenzabstimmung bekannt sind.

### III

#### Allgemeine Anmerkungen zu den Unterlagen:

In der Beschreibung zur Figur 1 auf S. 9 ist mit Bezugszeichen 21 ein Quadraturregler beschrieben; in Figur 1 ist jedoch mit Bezugszeichen 21 ein Drehratenregler dargestellt.

Die Verwendung von Begriffen wie „die Größe“ in Patentanspruch 1 ohne Angabe um welche Größe (Amplitude, Frequenz, Phasenverschiebung, etc.) es sich handelt, ist nicht geeignet um einen Gegenstand oder ein Verfahrensmerkmal ausreichend zu charakterisieren.

In der Beschreibung sind alle Merkmale anzugeben, die aus den Schriften LTF-191-DE = 10248734.0 und LTF-192-DE = 10248735.9 in die vorliegende Anmeldung aufgenommen werden sollen. Die Zeilen 4 bis 11 auf Seite 13 der Beschreibung sind zu streichen, da die Erklärung Zweifel darüber lässt, in welchem Umfang das referierte Dokument Teil der Erfindung sein soll. Die pauschale Feststellung „Der gesamte Inhalt ... sei hiermit in die Beschreibung mit aufgenommen“ reicht nicht aus, dem Fachmann deutlich genug zu offenbaren, was zur Erfindung gehört und was nicht. Damit ist die Eindeutigkeit nicht gewährleistet.

## IV

Da die vorliegenden Unterlagen zur Erteilung eines Patents nicht geeignet sind, muss bei ihrer Aufrechterhaltung mit der Zurückweisung der Anmeldung gerechnet werden.

Falls eine Äußerung in der Sache nicht beabsichtigt ist, wird um eine formlose Mitteilung über den Erhalt des Bescheids gebeten.

Prüfungsstelle für Klasse G01C

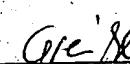
Dr.-Ing. Bora

Hausruf 2870



Anlagen: Ablichtungen von 6 Entgegenhaltungen

Ausgefertigt

  
Greif  
Regierungsangestellte



Müller · Hoffmann & Partner - P.O. Box 80 12 20 - D-81612 München

Deutsches Patent- und Markenamt  
80297 München

European Patent Attorneys  
European Trademark Attorneys

Dipl.-Ing. Frithjof E. Müller  
Dr.-Ing. Jörg Peter Hoffmann  
Dipl.-Ing. Dieter Kottmann  
Dr. Bojan Savic, Dipl.-Chem.

Innere Wiener Strasse 17  
D-81667 München

Telefon (ISDN): (089) 48 90 10 - 0  
Telefax (Group 3): (089) 48 90 10-44  
Telefax (Group 3): (089) 48 90 10-33  
E-Mail: mail@mh-patent.de  
Internet: www.mh-patent.de  
AG München PR 314

Deutsche Patentanmeldung Nr. 102 48 733.2-52  
LITEF GmbH  
Unsere Akte: 53972

23.10.2003  
Mü/Ko/My/sat

**Auf den Prüfungsbescheid vom 7. April 2003:**

**1. Als Anlage werden die folgenden Unterlagen eingereicht:**

– 2 x neue Patentansprüche 1-9.

**2. Das Prüfungsverfahren soll mit den folgenden Unterlagen fortgeführt werden:**

– neue Patentansprüche 1-9 gemäß Anlage.  
– ursprüngliche Beschreibungsseiten 2-13.  
– ursprüngliche Figurenblätter 1/2 bis 2/2 mit Figuren 1 und 2.

**3. Eine überarbeitete, den von der Prüfungsstelle zitierten Stand der Technik berücksichtigende Beschreibung wird unverzüglich nachgereicht, sobald eine gewährbare Fassung der Patentansprüche festliegt. Gegebenenfalls kann eine entsprechend überarbeitete neue Beschreibung kurzfristig – auch auf eine fernmündliche Aufforderung durch die Prüfungsstelle hin – nachgereicht werden.**

**4. Die Anmelderin kann die Auffassung der Prüfungsstelle, dass die Druckschrift 1) (DE 199 10 415 A1) den Gegenstand des Patentanspruchs 1 neuheitsschädlich vorwegnehmen würde, nicht teilen. Das Prinzip, auf den Resonator ein Testsignal zu geben und dieses geeignet auszuwerten, ist seit langem bekannt (schon vor dem Anmeldetag der Druckschrift 1)) und ist weder Gegenstand von Druckschrift 1) noch Gegen-**

stand der Erfindung. In Druckschrift 1) und in der Erfindung sind lediglich spezielle Varianten möglicher Realisierungen dieses Prinzips beschrieben, die sich grundlegend voneinander unterscheiden, wie im Folgenden dargelegt werden soll.

In Druckschrift 1) werden **zwei** Störsignale zur Anregung des Resonators verwendet (siehe beispielsweise Spalte 2, Zeilen 1-5 sowie Signalausgänge des Frequenzgenerators 12 in Fig. 1), wohingegen erfindungsgemäß nur **ein** Störsignal (Störkraft) zum Einsatz kommt. Weiterhin werden in der Druckschrift 1) **zwei** Störanteile (die jeweiligen Systemantworten auf die beiden Störsignale) erzeugt, aus denen ein Differenzsignal gebildet wird. Erfindungsgemäß wird hingegen nur **ein** Störanteil erzeugt, und es wird kein Differenzsignal gebildet. Weiterhin unterscheiden sich die Verfahren durch die Art und Weise, wie anhand der Störanteile "abgelesen" wird, ob die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung abgestimmt ist. In Druckschrift 1) liegt eine Übereinstimmung der Frequenzen dann vor, wenn das Differenzsignal verschwindet bzw. einen bestimmten Wert annimmt. Somit geht es darum, die Stärken (Amplituden) der Störanteile möglichst gleich zu regeln, und nicht darum, die beiden Störsignale zum Verschwinden zu bringen bzw. minimal zu machen. Im Gegensatz hierzu liegt erfindungsgemäß eine Übereinstimmung der Frequenzen dann vor, wenn die Stärke des einen (einzigen) Störanteils verschwindet bzw. ein Minimum annimmt.

Damit ist bereits der bestehende Patentanspruch 1 neu gegenüber der Druckschrift 1).

**5.** Zur weiteren Klarstellung der Unterschiede zwischen dem in Druckschrift 1) gezeigten Verfahren und dem erfindungsgemäßen Verfahren wurden zusätzlich Merkmale der Patentansprüche 2, 6 und 7 in den Hauptanspruch aufgenommen. Ferner wurde der Begriff "Größe" durch "Stärke" ersetzt. Die neuen Patentansprüche 2 bis 4 entsprechen den ursprünglichen Patentansprüchen 3 bis 5, die Ansprüche 8 und 9 wurden gestrichen.

Analog hierzu wurden in den neuen Patentanspruch 8 (ursprünglicher Patentanspruch 11) Merkmale aus den ursprünglichen Patentansprüchen 12 und 13 mit aufgenommen, die Ansprüche 14 und 15 wurden gestrichen. Der neue Patentanspruch 9 entspricht dem ursprünglichen Patentanspruch 16. Des Weiteren wurden zwei neue Patentansprüche (Patentansprüche 6 und 7) aufgenommen.

**6.** Mit den neuen Patentansprüchen ist der Anmeldungsgegenstand auf ein elektronisches Abstimmungsverfahren für einen **Closed-Loop-Corioliskreisel** konkretisiert. Das Prinzip dieses Closed-Loop-Verfahrens ist wie folgt (siehe beispielsweise Beschrei-

bungsseite 6, zweiter Absatz): Es wird die Verkopplung des Drehratenregelkreises mit dem Quadraturregelkreis ausgenutzt. Das Störsignal wird dabei in einen der beiden Kanäle eingespeist und ein dadurch bewirkter Störanteil im jeweils anderen Kanal ausgelesen. Die Ausnutzung einer derartigen Verkopplung der beiden Regelkreise ist nur im Closed-Loop-Betrieb möglich, da es die beiden Regelkreise (Drehratenregelkreis, Quadraturregelkreis) in der Open-Loop-Variante nicht gibt. Es lässt sich zeigen, dass die "Durchschlagsstärke" einer Störung von dem "Stör-Regelkreis" auf den dazu orthogonalen "Auslese-Regelkreis" ein Minimum annimmt, wenn die Frequenzen von Ausleseschwingung und Anregungsschwingung im Wesentlichen übereinstimmen.

Dieses Prinzip ist in keiner der von der Prüfungsstelle zitierten Entgegenhaltungen offenbart, insbesondere nicht in der Druckschrift 1). Die Ausführungen in der Druckschrift 1) betreffen lediglich **Open**-Loop-Systeme, nicht jedoch Closed-Loop-Systeme. Dies wird insbesondere aus den Figuren 1 bis 3 deutlich, die keinerlei für den Closed-Loop-Betrieb notwendigen Quadratur- bzw. Drehratenregelkreise zeigen. Der Fachmann wird beim Studium der Druckschrift 1) im Unklaren darüber gelassen, wie er den Einfluss der Quadratur- bzw. Drehratenregelkreise in einem Frequenz-Abstimmungsverfahren zu berücksichtigen hat.

Somit beruht der Gegenstand des neuen Patentansprüche 1 auf einer erfinderischen Tätigkeit.

Analoge Überlegungen gelten für den neuen Patentanspruch 8.

Vorsorglich sei darauf hingewiesen, dass in Spalte 5, Zeilen 16 bis 21 lediglich Regelkreise zur Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung selbst, nicht jedoch Quadratur- bzw. Drehratenregelkreise zur Ermittlung bzw. Kompensation von Drehratenanteilen/Quadraturanteilen, gemeint sind.

7. Es wurden zwei weitere abhängige Ansprüche (Ansprüche 6 und 7) aufgenommen, die mögliche Kombinationen mit alternativen Verfahren beschreiben (siehe hierzu Beschreibungsseite 12, Zeile 35 bis Beschreibungsseite 13, Zeile 11). Da diese Ansprüche als abhängige Ansprüche formuliert wurden, sollten hinsichtlich der Einheitlichkeit keine Bedenken bestehen. Die formalen Verweise in Zeilen 9 bis 11 auf Seite 13 geben dem Fachmann eine klare Anweisung, dass alle technischen Details der alternativen Verfahren (Unteransprüche 6 und 7), die in den beiliegenden Unterlagen beschrieben sind, als mit in die Beschreibung aufgenommen gelten. Eine Einschränkung der diese Verfahren betreffenden Beschreibungen auf bestimmte Merkmale erscheint nicht angemessen, da generell nicht abzusehen ist, auf welche Details dieser Verfah-

ren evtl. später zurückgegriffen werden muss, beispielsweise in einem Einspruchsverfahren.

**8.** Es wird gebeten, auf den Gegenstand der oben unter Ziffer 2 genannten Unterlagen (und einer noch zu überarbeitenden Beschreibung) ein Patent zu erteilen.

**9.** Sollte sich die Prüfungsstelle wider Erwarten nicht oder noch nicht mit der vorschlagenen Anspruchsfassung bezüglich der Patentansprüche 1 und 8 einverstanden erklären können, so wird zur Beschleunigung des Prüfungsverfahrens eine Anhörung für sinnvoll angesehen und für diesen Fall hiermit beantragt.



Dieter Kottmann

Patentanwalt

Anlage:

2 x neue Patentansprüche 1 bis 9

**Neue Patentansprüche 1-9**

- 1 1. Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung in einem Closed-Loop-Corioliskreisel (1'), wobei
  - der Resonator (2) des Corioliskreisels (1') durch eine Störkraft so beansprucht wird, dass
    - a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und
    - b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält,
  - die Störkraft durch ein Störsignal erzeugt wird, das auf jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/Kompensation der Ausleseschwingung aufaddiert wird,
  - wobei bei Aufbringen des Störsignals auf den Drehratenregelkreis der Störanteil aus den innerhalb des Quadraturregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird, und bei Aufbringen des Störsignals auf den Quadraturregelkreis der Störanteil aus den innerhalb des Drehratenregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird, und
  - die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass die Stärke des ermittelten Störanteils möglichst klein wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Störsignal ein Wechselsignal ist.
3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Störsignal eine feste Störfrequenz aufweist, und der Störanteil aus dem Auslesesignal durch Demodulieren des Auslesesignals mit der festen Störfrequenz ermittelt wird.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Störsignal bandbegrenztes Rauschen ist, und eine Demodulation des Störanteils aus dem Auslesesignal durch Korrelation des Störsignals mit dem Auslesesignal erfolgt.
5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frequenzregelung der Ausleseschwingung durch Regelung der Stärke eines elektrischen Felds erfolgt, in dem ein Teil des Resonators (2)

1 des Corioliskreisels (1') schwingt.

6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Verfahren die folgenden Schritte vor- bzw. nachgeschaltet  
5 sind:

- Beaufschlagen des Resonators (2) des Corioliskreisels (1') mit einer Störkraft derart, dass
  - a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und
  - b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass das Auslesesignal einen

10 entsprechenden Störanteil enthält,

- wobei die Störkraft durch ein Störsignal erzeugt wird, das auf jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/Kompensation der Ausleseschwingung aufaddiert wird,

- wobei das Störsignal entweder auf den Quadraturregelkreis gegeben wird,  
15 und der Störanteil aus den innerhalb des Quadraturregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird, oder das Störsignal auf den Drehratenregelkreis gegeben wird, und der Störanteil aus den innerhalb des Drehratenregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird,

- wobei die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass eine  
20 Phasenverschiebung zwischen dem die Störkraft erzeugenden Störsignal und dem ermittelten Störanteil möglichst klein wird.

7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Verfahren die folgenden Schritte vor- bzw. nachgeschaltet  
25 sind:

- Ermitteln des Rauschanteils im Auslesesignal,
- Regeln der Frequenz der Ausleseschwingung derart, dass die Stärke des in dem Auslesesignal enthaltenen Rauschanteils möglichst klein wird.

30 8. Corioliskreisel in Closed-Loop-Ausführung (1'), der einen Drehratenregelkreis und einen Quadraturregelkreis aufweist, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung, mit:

- einer Störeinheit (26), die auf den Drehratenregelkreis oder den Quadraturregelkreis ein Störsignal gibt,

- einer Störsignal-Detektiereinheit (27), die einen Störanteil ermittelt, der in einem die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist

- 1 und durch das Störsignal erzeugt wurde, und
  - einer Regeleinheit (28), die die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Stärke des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils möglichst klein wird,
- 5 - wobei die Störeinheit (26) und die Störsignal-Detektiereinheit (27) so ausgestaltet sind, dass entweder die Störeinheit (26) das Störsignal auf den Drehratenregelkreis gibt, und die Störsignal-Detektiereinheit (27) den Störanteil aus den innerhalb des Quadraturregelkreises auftretenden Signalen ermittelt, oder dass die Störeinheit (26) das Störsignal auf den Quadraturregelkreis gibt, und
- 10 die Störsignal-Detektiereinheit (27) den Störanteil aus den innerhalb des Drehratenregelkreises auftretenden Signalen ermittelt.

9. Corioliskreisel (1') nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Störsignal ein Wechselsignal mit einer festen Störfrequenz ist, und die Einrichtung zur elektronischen Abstimmung von Ausleseschwingungs- und Anregungsschwingungsfrequenz eine Demodulationseinheit (27) aufweist, die das Auslesesignal bei der festen Störfrequenz demoduliert und damit den Störanteil ermittelt.

20

25

30

35

Letter from Müller Hoffmann & Partner  
To the: German Patent & Trademark Office, 80297 Munich  
Dated 10.23.2003, Ref.: Mü/Ko/My/sat

German Patent Application No. 102 48 733.2-52  
LITEF GmbH  
Our Ref.: 53972

**With regard to the examination decision dated April 7 2003:**

1. Please find attached the following documents:
  - 2 new patent claims 1-9.
2. The examination proceedings should be continued with the following documents:
  - new patent claims 1-9 in accordance with the attachment,
  - original description pages 2-13,
  - original figure sheets 1/2 and 2/2 with Figures 1 and 2.
3. A revised description which takes account of the prior art as cited by the Examination Department will be submitted without delay as soon as a grantable version of the patent claims has been fixed. If required, an appropriately revised new description can be submitted at short notice - even in response to a telephone request from the Examination Department.
4. The applicant cannot agree with the opinion of the Examination Department that the document 1) (DE 199 10 415 A1) would anticipate the subject matter of patent claim 1, prejudicing its novelty. The principle of passing a test signal to the resonator and of evaluating this in a suitable form has been known for a long time (even before

the date of filing of the document 1) and is neither the subject matter of the document 1) nor the subject matter of the invention. The document 1) and the invention describe only specific variants of possible implementations of this principle, which fundamentally differ from one another, as will be explained in the following text.

In the document 1), **two** disturbance signals are used to stimulate the resonator (see, for example, column 2, lines 1-5 as well as the signal outputs from the frequency generator 12 in Figure 1), while, in contrast, according to the invention only **one** disturbance signal (disturbance force) is used. Furthermore, **two** disturbance components (the respective system responses to the two disturbance signals) are produced in the document 1), from which a difference signal is formed. In contrast, only **one** disturbance component is produced according to the invention, and no difference signal is formed. The methods also differ in the way in which the disturbance components are used to "read" whether the frequency of the read oscillation is tuned to the frequency of the stimulation oscillation. In the document 1), the frequencies match when the difference signal disappears or assumes a specific value. This thus relates to controlling the strengths (amplitudes) of the disturbance components to be as identical as possible, and not to causing the two disturbance signals to disappear, or to be minimized. In contrast to this, according to the invention, the frequencies are matched when the strength of the one (single) disturbance component disappears or assumes a minimum.

The existing patent claim 1 is thus intrinsically novel in comparison to the document 1).

5. In order to further clarify the differences between the method as described in the document 1) and the method according to the invention, additional features from patent claims 2, 6 and 7 have been included in the main claim. Furthermore, the word "magnitude" has been replaced by "strength". The new patent claims 2 to 4 correspond to the original patent claims 3 to 5, and claims 8 and 9 have been deleted.

Analogously to this, features from the original patent claims 12 and 13 have been included in the new patent claim 8 (original patent claim 11), and claims 14 and 15 have been deleted. The new patent claim 9 corresponds to the original patent claim 16. Furthermore, two new patent claims (patent claims 6 and 7) have been included.

6. The new patent claims mean that the subject matter of the application has been made specific for an electronic tuning method for a **closed** loop Coriolis gyro. The principle of this closed loop method is as follows (see, for example, description page 6, second paragraph): the coupling of the rotation rate control loop to the quadrature control loop is made use of. The disturbance signal is in this case fed into one of the two channels, and a disturbance component produced in this way is read in the respective other channel. The use of such coupling of the two control loops is possible only in closed loop operation, since the two control loops (rotation rate control loop, quadrature control loop) do not exist in the open loop variant. It can be shown that the "penetration strength" of a disturbance

from the "disturbance control loop" to the "read control loop", which is orthogonal to it, assumes a minimum when the frequencies of the read oscillation and stimulation oscillation essentially match.

This principle is not disclosed in any of the citations quoted by the Examination Department, and in particular not in the document 1). The statements in the document 1) relate only to **open** loop systems, but not to closed loop systems. This is clear in particular from Figures 1 to 3, which provide no indication of the quadrature and rotation rate control loops which are required for closed loop operation. From a study of the document 1), a person skilled in the art would remain unclear as to how the influence of the quadrature and rotation rate control loops should be taken into account in a frequency tuning method.

The subject matter of the new patent claim 1 is thus based on an inventive step.

Analogous considerations apply to the new patent claim 8.

As a precautionary measure, it should be mentioned that column 5, lines 16 to 21 is intended to cover only control loops for tuning the frequency of the read oscillation itself, but not quadrature or rotation rate control loops for determination and compensation of rotation rate components/quadrature components.

7. Two further dependent claims (claims 6 and 7) have been included, which describe possible combinations with alternative methods (in this

context, see description page 12, line 35 to description page 13, line 11). Since these claims have been worded as dependent claims, there should be no reservations with regard to uniformity. The formal references in lines 9 to 11 on page 13 provide a person skilled in the art with a clear instruction that all the technical details of the alternative methods (dependent claims 6 and 7) which are described in the accompanying documents are regarded as being included in the description. A restriction of the descriptions which relate to these methods to specific features appears not to be reasonable since, in general, it is not possible to predict the details to which these methods may possibly subsequently be referred back to, for example in any opposition proceedings.

8. It is requested that a patent be granted on the basis of the subject matter of the documents cited in paragraph 2 above (and a description which is still to be revised).
9. If the Examination Department cannot declare their agreement to the expectation, or cannot yet do so on the basis of the proposed version of the claims relating to patent claims 1 and 8, then a hearing would be regarded as being worthwhile in order to speed up the examination proceeding, and an application for such a hearing is hereby made for this situation.

[signed]

Dieter Kottmann  
Patent Attorney

Attachment:

2 new patent claims 1 to 9

Müller · Hoffmann & Partner - P.O. Box 80 12 20 - D-81612 München

**DEUTSCHES PATENT- UND MARKENAMT  
80297 MÜNCHEN**

European Patent Attorneys  
European Trademark Attorneys

Dipl.-Ing. Frithjof E. Müller  
Dr.-Ing. Jörg Peter Hoffmann  
Dipl.-Ing. Dieter Kottmann  
Dr. Bojan Savic, Dipl.-Chem.

Innere Wiener Strasse 17  
D-81667 München

Telefon (ISDN): (089) 48 90 10 - 0  
Telefax (Group 3): (089) 48 90 10-44  
Telefax (Group 3): (089) 48 90 10-33  
E-Mail: mail@mh-patent.de  
Internet: www.mh-patent.de  
AG München PR 314

Deutsche Patentanmeldung Nr. 102 48 733.2-54  
**LITEF GmbH**  
Unsere Akte: 53.972

01.03.2004  
Mü/My/le

**Im Nachgang zur Eingabe vom 23. Oktober 2003 und unter Bezug auf die mit der Prüfungsstelle, Herrn Dr. Bora, am 21. November 2003 und am 10. Februar 2004 geführten Telefongespräche:**

**1. Als Anlage werden die folgenden Unterlagen eingereicht:**

- 2 x neue Patentansprüche 1-9,
- 2 x neue Beschreibungsseiten 5 bis 13.

**2. Das Prüfungsverfahren soll mit den folgenden Unterlagen fortgeführt bzw. abgeschlossen werden:**

- neue Patentansprüche 1-9 gemäß Anlage,
- ursprüngliche Beschreibungsseiten 2-4,
- neue Beschreibungsseiten 5 bis 13,
- ursprüngliche Figurenblätter 1/2 bis 2/2 mit Figuren 1 und 2.

**3. In den unabhängigen Patentansprüchen 1 und 8 wurde der Begriff "Stärke" ersetzt durch "Stärke wie Amplitude oder Intensität".**

Weiterhin wurde der Wortlaut der abhängigen Patentansprüche 6 und 7 geändert. Zur Offenbarung hierzu siehe ursprüngliche Beschreibungsseite 11, 2. Absatz und 5. Absatz, sowie ursprüngliche Beschreibungsseite 12, 1. Absatz.

4. In der Beschreibung wurden die Zeilen 9 bis 11 auf Seite 13 gestrichen.

Die Beschreibung wurde an die neu eingereichten Patentansprüche angepasst.

Der von der Prüfungsstelle zitierte Stand der Technik wurde in der Beschreibungseinleitung gewürdigt.

5. Es wird daher beantragt, auf den Gegenstand der oben unter Ziffer 2 genannten Unterlagen ein Patent zu erteilen. Sollte die Prüfungsstelle wider Erwarten nicht bzw. noch nicht mit der vorgeschlagenen Anspruchsfassung bzw. der überarbeiteten Beschreibung einverstanden sein, so wird um einen weiteren Prüfungsbescheid bzw. eine fernmündliche Äußerung der Prüfungsstelle gebeten.



Frithjof E. Müller

Patentanwalt

**Anlagen:**

2 x neue Patentansprüche 1-9

2 x neue Beschreibungsseiten 5 bis 13

**Patentansprüche**

1. 1. Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung in einem Closed-Loop-Corioliskreisel (1'), wobei
  - der Resonator (2) des Corioliskreisels (1') durch eine Störkraft so beansprucht wird, dass
    - a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und
    - b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält,
  - die Störkraft durch ein Störsignal erzeugt wird, das auf jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/Kompensation der Ausleseschwingung aufaddiert wird,
  - wobei bei Aufbringen des Störsignals auf den Drehratenregelkreis der Störanteil aus den innerhalb des Quadraturregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird, und bei Aufbringen des Störsignals auf den Quadraturregelkreis der Störanteil aus den innerhalb des Drehratenregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird, und
  - die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass die Stärke wie Amplitude oder Intensität des ermittelten Störanteils möglichst klein wird.
- 20 2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Störsignal ein Wechselseit ist.
- 25 3. Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Störsignal eine feste Störfrequenz aufweist, und der Störanteil aus dem Auslesesignal durch Demodulieren des Auslesesignals mit der festen Störfrequenz ermittelt wird.
- 30 4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Störsignal bandbegrenztes Rauschen ist, und eine Demodulation des Störanteils aus dem Auslesesignal durch Korrelation des Störsignals mit dem Auslesesignal erfolgt.
- 35 5. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Frequenzregelung der Ausleseschwingung durch Regelung der Stärke eines elektrischen Felds erfolgt, in dem ein Teil des Resonators (2) des Corioliskreisels (1') schwingt.

1    6. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Verfahren die folgenden Schritte vor- bzw. nachgeschaltet sind:

- Beaufschlagen des Resonators des Corioliskreisels mittels einer Störkraft
- 5    derart, dass
  - a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und
  - b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält,
- wobei die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass eine
- 10   Phasenverschiebung zwischen einem Störsignal, das die Störkraft erzeugt, und dem im Auslesesignal enthaltenen Störanteil möglichst klein wird.

15   7. Verfahren nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass dem Verfahren die folgenden Schritte vor- bzw. nachgeschaltet sind:

- Beaufschlagen des Resonators des Corioliskreisels mittels einer Störkraft
- derart, dass
  - a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und
  - b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung
- 20   repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält, wobei die Störkraft definiert ist als diejenige Kraft, die durch das Signalrauschen im Auslesesignal hervorgerufen wird,
- Regeln der Frequenz der Ausleseschwingung derart, dass die Stärke des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils, d.h. der Rauschanteil, möglichst
- 25   klein wird.

30   8. Corioliskreisel in Closed-Loop-Ausführung (1'), der einen Drehratenregelkreis und einen Quadraturregelkreis aufweist, **gekennzeichnet durch** eine Einrichtung zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung, mit:

- einer Störeinheit (26), die auf den Drehratenregelkreis oder den Quadraturregelkreis ein Störsignal gibt,
- einer Störsignal-Detektoreinheit (27), die einen Störanteil ermittelt, der in einem die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist
- 35   und durch das Störsignal erzeugt wurde, und
- einer Regeleinheit (28), die die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Stärke wie Amplitude oder Intensität des in dem Auslesesignal enthal-

- 1 tenen Störanteils möglichst klein wird.
  - wobei die Störeinheit (26) und die Störsignal-Detektiereinheit (27) so ausgestaltet sind, dass entweder die Störeinheit (26) das Störsignal auf den Drehratenregelkreis gibt, und die Störsignal-Detektiereinheit (27) den Störanteil aus den innerhalb des Quadraturregelkreises auftretenden Signalen ermittelt, oder dass die Störeinheit (26) das Störsignal auf den Quadraturregelkreis gibt, und die Störsignal-Detektiereinheit (27) den Störanteil aus den innerhalb des Drehratenregelkreises auftretenden Signalen ermittelt.
- 5
- 10 9. Corioliskreisel (1') nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Störsignal ein Wechselsignal mit einer festen Störfrequenz ist, und die Einrichtung zur elektronischen Abstimmung von Ausleseschwingungs- und Anregungsschwingungsfrequenz eine Demodulationseinheit (27) aufweist, die das Auslesesignal bei der festen Störfrequenz demoduliert und damit den Störanteil ermittelt.

15

20

25

30

35

1 resonanten Fall die Frequenz  $\omega_2$  der Ausleseschwingung verschieden von der Frequenz  $\omega_1$  der Anregungsschwingung ist. Im Fall der Doppelresonanz beinhaltet das Ausgangssignal des vierten Tiefpassfilters 20 entsprechende Information über die Drehrate, im nichtdoppelresonanten Fall dagegen das Ausgangssignal des dritten Tiefpassfilters 16. Um zwischen den unterschiedlichen Betriebsarten doppelresonant/nichtdoppelresonant umzuschalten, ist ein Doppelschalter 25 vorgesehen, der die Ausgänge des dritten und vierten Tiefpassfilters 16, 20 wahlweise mit dem Drehratenregler 21 und dem Quadraturregler 17 verbindet.

10 Wenn der Corioliskreisel 1 doppelresonant betrieben werden soll, muss – wie erwähnt – die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung abgestimmt werden. Dies kann beispielsweise auf mechanischem Wege erfolgen, in dem Material am Massensystem (dem Resonator 2) abgetragen wird. Alternativ hierzu kann die Frequenz der Ausleseschwingung auch mittels eines elektrischen Feldes, in dem der Resonator 2 schwingbar gelagert ist, also durch Änderung der elektrischen Feldstärke, eingestellt werden. Damit ist es möglich, auch während des Betriebs des Corioliskreisels 1 eine elektronische Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung durchzuführen.

20 Die DE 199 10 415 A1 zeigt ein Verfahren, in dem auf einen Resonator ein Testsignal gegeben und dieses dann geeignet ausgewertet wird. In diesem Zusammenhang seien weiterhin die Druckschriften DE 199 39 998 A1, DE 696 15 468 T2, DE 100 62 347 A1, DE 44 470 05 A1 und DE 696 20 824 T2 erwähnt.

25 Die der Erfindung zugrunde liegende Aufgabe ist es, ein Verfahren bereit zu stellen, mit dem in einem Corioliskreisel die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung elektronisch abgestimmt werden kann.

30 Diese Aufgabe wird durch das Verfahren gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Ferner stellt die Erfindung einen Corioliskreisel gemäß Patentanspruch 8 bereit. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen des Erfindungsgedankens finden sich in jeweiligen Unteransprüchen.

35 Erfindungsgemäß wird bei einem Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung in

1 einem Closed-Loop-Corioliskreisel der Resonator des Corioliskreisels mittels einer Störkraft so beaufschlagt, dass:

- a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und
- b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung 5 repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält,

- wobei die Störkraft durch ein Störsignal erzeugt wird, das auf jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/Kompensation der Ausleseschwingung aufaddiert wird,

- wobei bei Aufbringen des Störsignals auf den Drehratenregelkreis der 10 Störanteil aus den innerhalb des Quadraturregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird, und bei Aufbringen des Störsignals auf den Quadraturregelkreis der Störanteil aus den innerhalb des Drehratenregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird, und

- die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass die Stärke wie 15 Amplitude oder Intensität des ermittelten Störanteils möglichst klein wird.

Eine der Erfindung zugrunde liegende wesentliche Erkenntnis ist, dass eine künstliche Änderung der Ausleseschwingung im Drehraten- oder Quadraturkanal um so stärker insbesondere im jeweils dazu orthogonalen Kanal sichtbar ist, 20 je weniger die Frequenz der Ausleseschwingung mit der Frequenz der Anregungsschwingung übereinstimmt. Die "Durchschlagsstärke" einer derartigen Störung auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal (insbesondere auf den orthogonalen Kanal) ist also ein Maß dafür, wie genau die Frequenz der Ausleseschwingung mit der Frequenz der Anregungsschwingung übereinstimmt. Wenn 25 man also die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Durchschlagsstärke ein Minimum annimmt, d.h. dass die Stärke des in dem Ausleseschwingungs-Abgriffssignal enthaltenen Störanteils minimal wird, so ist damit gleichzeitig die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung im Wesentlichen abgestimmt.

30 Wesentlich hierbei ist, dass die Störkräfte auf den Resonator lediglich die Ausleseschwingung, nicht jedoch die Anregungsschwingung ändern. Unter Bezugnahme auf Fig. 2 bedeutet dies, dass die Störkräfte nur den zweiten Resonator 4 beaufschlagen, nicht jedoch den ersten Resonator 3.

35 Die Störkraft wird durch ein Störsignal erzeugt, das entsprechenden Kraftgebern zugeführt wird bzw. auf Signale, die den Kraftgebern zugeführt werden, aufaddiert wird. Genauer gesagt wird, um die Störkraft zu erzeugen, ein Störsignal auf

1 jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/Kompensation der Auslese-  
schwingung aufaddiert.

Vorzugsweise ist das Störsignal ein Wechselseitig, beispielsweise eine Überlage-  
5 rung von Sinus- bzw. Kosinussignalen. Diese Störsignal weist in der Regel eine  
feste Störfrequenz auf, womit der Störanteil des Ausleseschwingungs-Abgriffs-  
signals durch einen entsprechenden Demodulationsprozess, der bei besagter  
Störfrequenz erfolgt, ermittelt werden kann. Eine Alternative ist, anstelle eines  
10 Wechselseitig bandbegrenztes Rauschen zu verwenden. In diesem Fall erfolgt  
die Demodulation des Störanteils aus dem Auslesesignal durch Korrelation des  
Störsignals (Rauschsignals) mit dem Auslesesignal (dem Signal, das den Störan-  
teil enthält). Die Bandbreite des Rauschens hängt hierbei von den Eigenschaften  
des Resonators 2 und der Regelkreise ab.

15 Das Störsignal wird zum Ausgangssignal eines Drehratenregelkreises hinzuad-  
diert, und der Störanteil aus einem Signal ermittelt, das an einem Quadratur-  
regler eines Quadraturregelkreises anliegt oder von diesem ausgegeben wird.  
Umgekehrt kann das Störsignal zum Ausgangssignal des Quadraturregelkreises  
hinzugefügt, und der Störanteil aus einem Signal ermittelt werden, das an ei-  
20 nem Drehratenregler des Drehratenregelkreises anliegt oder von diesem ausge-  
geben wird. Der Begriff "Auslesesignal" beinhaltet alle in diesem Absatz ange-  
führten Signale, aus denen der Störanteil ermittelt werden kann. Zusätzlich be-  
inhaltet der Begriff "Auslesesignal" das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal.

25 Die Frequenzregelung der Ausleseschwingung, d.h. die Kraftübertragung der zur  
Frequenzregelung nötigen Regelkräfte erfolgt hierbei durch Regelung der Stärke  
eines elektrischen Felds, in dem mindestens ein Teil des Resonators schwingt,  
wobei eine elektrische Anziehungskraft zwischen dem Resonator und einem den  
Resonator umgebenden rahmenfesten Gegenstück vorzugsweise nichtlinear ist.

30 Die Erfindung stellt weiterhin einen Corioliskreisel in Closed-Loop-Ausführung  
bereit, der einen Drehratenregelkreis und einen Quadraturregelkreis aufweist  
und gekennzeichnet ist durch eine Einrichtung zur elektronischen Abstimmung  
der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwin-  
35 gung, mit:  
– einer Störeinheit, die auf den Drehratenregelkreis oder den Quadraturre-  
gelkreis ein Störsignal gibt,

1 - einer Störsignal-Detektiereinheit, die einen Störanteil ermittelt, der in einem die Ausleseschwingung repräsentierenden Auslesesignal enthalten ist und durch das Störsignal erzeugt wurde, und

5 - einer Regeleinheit, die die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Stärke wie Intensität oder Amplitude des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils möglichst klein wird,

10 - wobei die Störeinheit und die Störsignal-Detektiereinheit so ausgestaltet sind, dass entweder die Störeinheit das Störsignal auf den Drehratenregelkreis gibt, und die Störsignal-Detektiereinheit den Störanteil aus den innerhalb des Quadraturregelkreises auftretenden Signalen ermittelt, oder dass die Störeinheit das Störsignal auf den Quadraturregelkreis gibt, und die Störsignal-Detektiereinheit den Störanteil aus den innerhalb des Drehratenregelkreises auftretenden Signalen ermittelt.

15 Vorzugsweise ist das Störsignal ein Wechselsignal mit einer festen Störfrequenz, wobei in diesem Fall die Einrichtung zur elektronischen Abstimmung von Ausleseschwingungs- und Anregungsschwingungsfrequenz vorteilhafterweise eine Demodulationseinheit aufweist, die das Auslesesignal bei der festen Störfrequenz demoduliert und damit den im Auslesesignal enthaltenen Störanteil ermittelt.

20 Das Störsignal kann prinzipiell an einer beliebigen Stelle in die Regelkreise (Drehratenregelkreis und einen Quadraturregelkreis) eingeführt werden.

Im Folgenden wird unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren die Erfindung in beispielweiser Ausführungsform näher erläutert. Es zeigen:

25

**Figur 1** den schematischen Aufbau eines Corioliskreisels, der auf dem erfindungsgemäßen Verfahren basiert;

**Figur 2** den schematischen Aufbau eines herkömmlichen Corioliskreisels.

30

Zunächst wird unter Bezugnahme auf Figur 1 das erfindungsgemäße Verfahren in beispielweiser Ausführungsform näher erläutert. Dabei sind Teile bzw. Einrichtungen, die denen aus Figur 2 entsprechen, mit den selben Bezugszeichen gekennzeichnet und werden nicht nochmals erläutert.

35

Ein Corioliskreisel 1' ist zusätzlich mit einer Störeinheit 26, einer Demodulationseinheit 27 und einem Ausleseschwingungs-Frequenzregler 28 versehen.

1 Die Störeinheit 26 erzeugt ein Wechselsignal mit einer Frequenz  $\omega_{mod}$ , das auf  
das Ausgabesignal eines Drehratenreglers 21 (d.h. am Kraftausgang der Qua-  
draturregelung) aufaddiert wird. Das somit erhaltene zusammengesetzte Signal  
wird einem (dritten) Modulator 22 zugeführt, dessen entsprechendes Ausgabesi-  
gnal einen Kraftgeber (nicht gezeigt) und damit den Resonator 2 beaufschlagt.  
5 Sofern die Frequenz der Ausleseschwingung nicht im Wesentlichen mit der Fre-  
quenz der Anregungsschwingung übereinstimmt, wird das durch die Störungs-  
Modulationseinheit 26 erzeugte Wechselsignal nach "Durchgang" durch den Re-  
sonator 2 in Form eines Störanteils des Ausleseschwingungs-Abgriffssignals be-  
10 obachtet. Das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal wird einem Demodulationspro-  
zess unterzogen, der durch einen vierten Demodulator 19 ausgeführt wird, und  
einem vierten Tiefpassfilter 20 zugeführt, dessen Ausgangssignal sowohl einen  
Drehratenregler 21 als auch die Demodulationseinheit 27 beaufschlagt. Das der  
Demodulationseinheit 27 zugeführte Signal wird mit einer Modulationsfrequenz  
15  $\omega_{mod}$ , die der Frequenz des durch die Störeinheit 26 erzeugten Wechselsignals  
entspricht, demoduliert. Damit wird der Störanteil bzw. das Signal, das die Stö-  
rung repräsentiert, ermittelt. Die Demodulationseinheit 27 ist in diesem Beispiel  
somit als Störsignal-Detektiereinheit anzusehen. Ein Ausgangssignal der Demo-  
dulationseinheit 27 wird dem Ausleseschwingungs-Frequenzregler 28 zugeführt,  
20 der in Abhängigkeit davon die Frequenz der Ausleseschwingung so einstellt,  
dass das Ausgangssignal der Demodulationseinheit 27, d.h. die Stärke des be-  
obachteten Störanteils, minimal wird. Ist ein derartiges Minimum erreicht, so  
stimmen die Frequenzen von Anregungsschwingung und Ausleseschwingung im  
Wesentlichen überein. Das der Demodulationseinheit 27 zugeführte Signal kann  
25 alternativ zum Signal, das dem Drehratenregler 21 zugeführt wird, auch das Si-  
gnal sein, das der Drehratenregler 21 ausgibt.

Wie bereits erwähnt, kann alternativ hierzu das durch die Störeinheit 26 er-  
zeugte Wechselsignal auch auf ein Ausgangssignal des Drehratenreglers 21 auf-  
30 addiert werden. In diesem Fall wäre das der Demodulationseinheit 27 zugeführ-  
te Signal am Eingang oder Ausgang des Quadraturreglers 17 abzugreifen.

Ferner ist es prinzipiell möglich, das Störsignal (hier das Wechselsignal, jedoch  
auch andere Störsignale wie bandbegrenztes Rauschen sind möglich) an einer  
35 beliebigen Stelle in den Quadraturregelkreis einzuspeisen (nicht nur unmittel-  
bar vor dem dritten Modulator 22), d. h. an einer beliebigen Stelle zwischen dem  
Abgriff für die Ausleseschwingung und dem dritten Modulator 22. Analoge Über-  
legungen gelten für den Fall, das Störsignal in den Drehratenregelkreis einzu-

1 speisen.

Es ist vorteilhaft, nach dem Einschalten des Corioliskreisels 1' die Modulationsfrequenz  $\omega_{mod}$  des Wechselsignals auf einen hohen Wert zu setzen, um eine schnelle Grobregelung der Frequenz der Ausleseschwingung zu erzielen. Dann kann auf eine relativ niedrige Modulationsfrequenz  $\omega_{mod}$  umgeschaltet werden, um eine Resonanz der Ausleseschwingung genau einzustellen. Zudem kann nach einer gewissen Zeit nach Einlaufen des Drehratenreglers 21 bzw. des Quadraturreglers 17 die Amplitude der Modulationsfrequenz  $\omega_{mod}$  stark reduziert werden. Da das Wechselsignal am Ausgang des Drehratenregelkreises, d.h. des dritten Regelkreises kompensiert wird, ist im Allgemeinen kein Sperrfilter für die Modulationsfrequenz  $\omega_{mod}$  im Drehratenregelkreis erforderlich.

Der Drehratenregler 21 hat gleichzeitig den Effekt, dass der dritte Demodulator 15 und der vierte Demodulator 19 den Kraftgeben für den Drehratenregelkreis (Kosinus-Kräfte) und Quadraturregelkreis (Sinus-Kräfte) phasenrichtig zugeordnet werden. Auf diese Weise können der Drehraten (vierter Regelkreis)- und Quadraturregelkreis (dritter Regelkreis) getrennt werden, auch wenn in der Analogelektronik des Corioliskreisels 1' Phasenverschiebungen auftreten, die sich insbesondere temperaturbedingt ändern können. Im Allgemeinen wird ein hoher Bias im Quadraturregelkreis auftreten. Sind dieser Regelkreis und der Drehratenregelkreis nicht sauber voneinander getrennt, erscheint dieser Bias auch im Drehratenregelkreis.

25 Auch wenn keine elektronische Frequenzabstimmung zwischen Anregungsschwingung und Ausleseschwingung erwünscht ist, kann der beschriebene Regelmechanismus zur Orthogonalisierung von Quadratur- und Drehratenregelkreis Verwendung finden. In diesem Fall ist die geregelte Größe die Referenzphase des dritten und vierten Demodulators 15, 19, die jeweils für Quadraturanteile und Drehratenanteile der Ausleseschwingung "zuständig" sind. Diese Regelung erfolgt vorzugsweise digital in einem Signalprozessor (DSP) und macht den Corioliskreisel bezüglich Phasenverschiebungen in der Analogelektronik unempfindlich.

35 Bei einem zweiten, alternativen Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung in einem Corioliskreisel wird der Resonator des Corioliskreisels mittels einer Stör-

- 1 kraft so beaufschlagt, dass a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält, wobei die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird,
- 5 dass eine Phasenverschiebung zwischen einem Störsignal, das die Störkraft erzeugt, und dem im Auslesesignal enthaltenen Störanteil möglichst klein wird.

Unter "Resonator" wird hierbei das gesamte in Schwingung versetzbare Massensystem (oder ein Teil davon) des Corioliskreisels verstanden – also der mit Bezugsziffer 2 gekennzeichnete Teil des Corioliskreisels.

Eine dem zweiten alternativen Verfahren zugrunde liegende wesentliche Erkenntnis ist, dass die "Durchlaufzeit" einer Störung, also einer künstlichen Änderung der Ausleseschwingung durch Beaufschlagen des Resonators mit entsprechenden Störkräften, durch den Resonator, d. h. die Zeit, die ab dem Wirken der Störung am Resonator bis zum Abgriff der Störung als Teil des Auslesesignals verstreicht, von der Frequenz der Ausleseschwingung abhängt. Damit ist die Verschiebung zwischen der Phase des Störsignals und der Phase des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils ein Maß für die Frequenz der Ausleseschwingung. Es lässt sich zeigen, dass die Phasenverschiebung ein Minimum annimmt, wenn die Frequenz der Ausleseschwingung mit der Frequenz der Anregungsschwingung im Wesentlichen übereinstimmt. Wenn man daher die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Phasenverschiebung ein Minimum annimmt, so ist damit gleichzeitig die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung im Wesentlichen abgestimmt.

- Bei einem dritten alternativen Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung in einem Corioliskreisel wird der Resonator des Corioliskreisels mittels einer Störkraft so beaufschlagt, dass a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält, wobei die Störkraft definiert ist als diejenige Kraft, die durch das Signalrauschen im Auslesesignal hervorgerufen wird. Die Frequenz der Ausleseschwingung wird hierbei so geregelt, dass die Stärke des in dem Auslesesignal enthaltenen Störanteils, d.h. der Rauschanteil, möglichst klein wird.

1 Unter "Resonator" wird hierbei das gesamte in Schwingung versetzbare Massensystem des Corioliskreisels verstanden – also der mit Bezugsziffer 2 gekennzeichnete Teil des Corioliskreisels. Wesentlich hierbei ist, dass die Störkräfte auf den Resonator lediglich die Ausleseschwingung, nicht jedoch die Anregungsschwingung ändern. Unter Bezugnahme auf Fig. 2 würde dies bedeuten, dass die Störkräfte nur den zweiten Resonator 4 beaufschlagen, nicht jedoch den ersten Resonator 3.

Eine dem dritten alternativen Verfahren zugrunde liegende wesentliche Erkenntnis ist, dass ein Störsignal in Form von Signalrauschen, das direkt im Ausleseschwingungs-Abgriffssignal bzw. am Eingang der Regelkreise (Drehratenregelkreis/Quadraturregelkreis) auftritt, nach "Durchgang" durch die Regelkreise und den Resonator umso stärker im Ausleseschwingungs-Abgriffssignal beobachtbar ist, je weniger die Frequenz der Ausleseschwingung mit der Frequenz der Anregungsschwingung übereinstimmt. Das Signalrauschen, das das Signalrauschen der Ausleseschwingungs-Abgriffselektronik bzw. der random walk des Corioliskreisels ist, beaufschlagt nach "Durchlauf" durch die Regelkreise die Kraftgeber und erzeugt somit entsprechende Störkräfte, die den Resonator beaufschlagen und damit eine künstliche Änderung der Ausleseschwingung hervorrufen. Die "Durchschlagsstärke" einer derartigen Störung auf das Ausleseschwingungs-Abgriffssignal ist also ein Maß dafür, wie genau die Frequenz der Ausleseschwingung mit der Frequenz der Anregungsschwingung übereinstimmt. Wenn man also die Frequenz der Ausleseschwingung so regelt, dass die Durchschlagsstärke ein Minimum annimmt, d.h. dass die Stärke des in dem Ausleseschwingungs-Abgriffssignal enthaltenen Störanteils, d.h. des Rauschanteils, minimal wird, so ist damit gleichzeitig die Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung abgestimmt.

Das zuerst beschriebene erfindungsgemäße Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfrequenz kann mit dem zweiten alternativen Verfahren und/oder dem dritten alternativen Verfahren beliebig kombiniert werden. Beispielsweise ist es möglich, bei Inbetriebnahme des Corioliskreisels das zuerst beschriebene Verfahren anzuwenden (schnelles Einschwingverhalten), und anschließend das dritte alternative Verfahren (langsamer Regelprozess) im eingeschwungenen Betrieb anzuwenden. Konkrete technische Ausgestaltungen sowie weitere Details zu den Verfahren kann der Fachmann den Patentanmeldungen "Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfre-

1 quenz eines Corioliskreisels", LTF-191-DE und LTF-192-DE desselben Anmelders entnehmen, in denen jeweils das zweite alternative Verfahren bzw. das dritte alternative Verfahren beschrieben sind.

5

10

15

20

25

30

35

Letter from Müller Hoffmann & Partner  
To the: German Patent & Trademark Office, 80297 Munich  
Dated March 1 2004, Ref.: Mü/My/le

German Patent Application No. 102 48 733.2-54  
LITEF GmbH  
Our Ref.: 53,972

**In response to the communication dated October 23, 2003  
and with reference to the telephone conversations with  
the Examination Department, Dr. Bora on November 21,  
2003 and February 10, 2004:**

1. Please find the following documents attached:
  - 2 new patent claims 1-9,
  - 2 new description pages 5 to 13.
2. The examination proceedings should be continued or completed with the following documents:
  - new patent claims 1-9 in accordance with the attachment,
  - original description pages 2-4,
  - new description pages 5 to 13,
  - original figure sheets 1/2 and 2/2 with Figures 1 and 2.
3. The expression "strength" in the independent patent claims 1 and 8 has been replaced by "strength as well as amplitude or intensity".

Furthermore, the wording of the dependent patent claims 6 and 7 has been changed. With regard to the disclosure relating to this, see the original description page 11, 2nd paragraph and 5th paragraph, as well as the original description page 12, 1st paragraph.

4. The lines 9 to 11 on page 13 of the description have been deleted.

The description has been matched to the newly submitted patent claims.

The prior art cited by the Examination Department has been referred to in the description introduction.

5. It is therefore requested that a patent be granted on the basis of the subject matter of the documents cited in paragraph 2 above. If the Examination Department do not expect agreement, or do not yet expect agreement, with the proposed version of the claims and with the revised description, then a further examination decision or a telephone explanation of the Examination Department is requested.

[signed]

Frithjof E. Müller  
Patent Attorney

**Attachment:**

2 x new patent claims 1-9  
2 x new description pages 5 to 13

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER  LITEF GmbH - 102 48 733.2- 52	File Reference  53.972	March 1, 2004
--	------------------------------	---------------

- 1 -

### Patent Claims

5

1. A method for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation in a closed loop Coriolis gyro (1'), wherein
  - 10 - the resonator (2) of the Coriolis gyro (1') has a disturbance force applied to it such that
    - a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced, and
    - b) the read oscillation is changed such that a read signal which represents the read oscillation contains a corresponding disturbance component,
  - the disturbance force is produced by a disturbance signal which is added to the respective control/reset signals for control of/compensation for the read oscillation,
  - wherein, when the disturbance signal is applied to the rotation rate control loop, the disturbance component is determined from the signals which occur within the quadrature control loop, and when the disturbance signal is applied to the quadrature control loop, the disturbance component is determined from the signals which occur within the rotation rate control loop, and
  - the frequency of the read oscillation is controlled such that the strength as well as the amplitude or intensity of the determined disturbance component are as small as possible.
2. The method as claimed in claim 1, **characterized in that** the disturbance signal is an alternating signal.

**AMENDED SHEET**

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER  LITEF GmbH - 102 48 733.2- 52	File Reference  53.972	March 1, 2004
--	------------------------------	---------------

- 2 -

3. The method as claimed in claim 2, **characterized in that** the disturbance signal is at a fixed disturbance frequency, and the disturbance component is determined 5 from the read signal by demodulation of the read signal at the fixed disturbance frequency.

4. The method as claimed in claim 1, **characterized in that** the disturbance signal is band-limited noise, and 10 the disturbance component is demodulated from the read signal by correlation of the disturbance signal with the read signal.

5. The method as claimed in one of the preceding 15 claims, **characterized in that** the frequency of the read oscillation is controlled by controlling the intensity of an electrical field in which a part of the resonator (2) of the Coriolis gyro (1') oscillates.

20 6. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the method is preceded or followed by the following steps:  
 - a disturbance force is applied to the resonator of the Coriolis gyro in such a way that  
 25 a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced, and  
 b) the read oscillation is changed such that a read signal which represents the read oscillation contains a corresponding disturbance component,  
 30 - wherein the frequency of the read oscillation is controlled such that any phase shift between a disturbance signal which produces the disturbance force and the disturbance component which is contained in the read signal is as small as possible.

- 3 -

7. The method as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the method is preceded or followed by the following steps:

- a disturbance force is applied to the resonator of  
5 the Coriolis gyro in such a way that
  - a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced, and
  - b) the read oscillation is changed such that a read signal which represents the read oscillation contains a  
10 corresponding disturbance component, wherein the disturbance force is defined as that force which is caused by the signal noise in the read signal,
- the read oscillation frequency is controlled in such a way that the strength of the disturbance  
15 component which is contained in the read signal, that is to say the noise component, is as small as possible.

8. A closed loop version of a Coriolis gyro (1') which has a rotation rate control loop and a quadrature control loop, **characterized by** a device for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation, having:

- a disturbance unit (26) which passes a disturbance signal to the rotation rate control loop or to the quadrature control loop,  
25
- a disturbance signal detection unit (27), which determines a disturbance component which is contained in a read signal (which represents the read oscillation) and has been produced by the disturbance signal, and  
30
- a control unit (28), which controls the frequency of the read oscillation such that the strength as well as the amplitude or intensity of the disturbance component which is contained in the read signal are as small as possible,  
35

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER  LITEF GmbH - 102 48 733.2- 52	File Reference  53.972	March 1, 2004
--	------------------------------	---------------

- 4 -

- wherein the disturbance unit (26) and the disturbance signal detection unit (27) are designed such that either the disturbance unit (26) passes the disturbance signal to the rotation rate control loop 5 and the disturbance signal detection unit (27) determines the disturbance component from the signals which occur within the quadrature control loop, or such that the disturbance unit (26) passes the disturbance signal to the quadrature control loop, and the 10 disturbance signal detection unit (27) determines the disturbance component from the signals which occur within the rotation rate control loop.

9. The Coriolis gyro (1') as claimed in claim 8,  
15 **characterized in that** the disturbance signal is an alternating signal at a fixed disturbance frequency, and the device for electronic tuning of the read oscillation frequency and stimulation oscillation frequency has a demodulation unit (27), which 20 demodulates the read signal at the fixed disturbance frequency and thus determines the disturbance component.

—resonant, the frequency 2 of the read oscillation differs from the frequency 1 of the stimulation oscillation. In the case of double-resonance, the output signal from the fourth low-pass filter 20 contains corresponding information about the rotation rate, while, when it is not operated in a double-resonant form, on the other hand, it is the output signal from the third low-pass filter 16. In order to switch between the different double-resonant/not double-resonant modes, a doubling switch 25 is provided, which connects the outputs of the third and fourth low-pass filters 16, 20 selectively to the rotation rate regulator 21 and to the quadrature regulator 17.

When the Coriolis gyro 1 is intended to be operated in a double-resonant form, the frequency of the read oscillation must be tuned - as mentioned - to the frequency of the stimulation oscillation. This may be achieved, for example, by mechanical means, in which material is removed from the mass system (to the resonator 2). As an alternative to this, the frequency of the read oscillation can also be set by means of an electrical field, in which the resonator 2 is mounted such that it can oscillate, that is to say by changing the electrical field strength. It is thus possible to electronically tune the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation during operation of the Coriolis gyro 1, as well.

DE 199 10 415 A1 discloses a method in which a test signal is passed to a resonator, and this test signal

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER  LITEF GmbH - 102 48 733.2- 54	File Reference  53.972	March 1, 2004
--	------------------------------	---------------

- 6 -

is then evaluated in a suitable form. In this context, the documents DE 199 39 998 A1, DE 696 15 468 T2, DE 100 62 347 A1, DE 44 470 05 A1 and DE 696 20 824 T2 should also be mentioned.

5

The object on which the invention is based is to provide a method by means of which the frequency of the read oscillation in a Coriolis gyro can be electronically tuned to the frequency of the stimulation oscillation.

This object is achieved by the method as claimed in the features of patent claim 1. The invention furthermore provides a Coriolis gyro as claimed in patent claim 8.

15 Advantageous refinements and developments of the idea of the invention can be found in the respective dependent claims.

According to the invention, in the case of a method for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation in a closed loop Coriolis gyro, the resonator of the Coriolis gyro has a disturbance force applied to it such that:

- 20 a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced, and
- b) the read oscillation is changed such that a read signal which represents the read oscillation contains a corresponding disturbance component,
- 30 - the disturbance force is produced by a disturbance signal which is added to the respective control/reset signals for control of/compensation for the read oscillation,
- wherein, when the disturbance signal is applied to
- 35 the rotation rate control loop, the disturbance

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER  LITEF GmbH - 102 48 733.2- 54	File Reference  53.972	March 1, 2004
--	------------------------------	---------------

- 7 -

component is determined from the signals which occur within the quadrature control loop, and when the disturbance signal is applied to the quadrature control loop, the disturbance component is determined from the 5 signals which occur within the rotation rate control loop, and

- the frequency of the read oscillation is controlled such that the strength as well as the amplitude or intensity of the determined disturbance 10 component are as small as possible.

A major discovery on which the invention is based is that an artificial change to the read oscillation in the rotation rate channel or quadrature channel is 15 visible to a greater extent, in particular in the respective channel which is orthogonal to this, the less the extent to which the frequency of the read oscillation matches the frequency of the stimulation oscillation. The "penetration strength" of a 20 disturbance such as this to the tapped-off read oscillation signal (in particular to the orthogonal channel) is thus a measure of how accurately the frequency of the read oscillation is matched to the frequency of the stimulation oscillation. Thus, if the 25 frequency of the read oscillation is controlled such that the penetration strength assumes a minimum, that is to say such that the strength of the disturbance component which is contained in the tapped-off read oscillation signal is a minimum, then the frequency of 30 the read oscillation is thus at the same time essentially matched to the frequency of the stimulation oscillation.

The significant factor in this case is that the 35 disturbance forces on the resonator change only the

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER LITEF GmbH - 102 48 733.2-54	File Reference 53.972	March 1, 2004
---	--------------------------	---------------

- 8 -

read oscillation, but not the stimulation oscillation. With reference to Figure 2, this means that the disturbance forces act only on the second resonator 4, but not on the first resonator 3.

5

The disturbance force is produced by a disturbance signal which is supplied to appropriate force transmitters, or is added to signals which are supplied to the force transmitters. To be more precise, a 10 disturbance signal is added to the respective control/reset signals for control/compensation of the read oscillation, in order to produce the disturbance force.

15 The disturbance signal is preferably an alternating signal, for example a superimposition of sine-wave signals and cosine-wave signals. This disturbance signal is generally at a fixed disturbance frequency, so that the disturbance component of the tapped-off 20 read oscillation signal can be determined by means of an appropriate demodulation process, which is carried out at the said disturbance frequency. One alternative is to use band-limited noise instead of an alternating signal. In this case, the disturbance component is 25 demodulated from the read signal by correlation of the disturbance signal (noise signal) with the read signal (the signal which contains the disturbance component). The bandwidth of the noise is in this case dependent on the characteristics of the resonator 2 and of the 30 control loops.

35 The disturbance signal is added to the output signal from a rotation rate control loop, and the disturbance component is determined from a signal which is applied to a quadrature regulator in a quadrature control loop,

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER  LITEF GmbH - 102 48 733.2- 54	File Reference  53.972	March 1, 2004
--	------------------------------	---------------

- 9 -

or is emitted from it. Conversely, it is possible to add the disturbance signal to the output signal from the quadrature control loop, and to determine the disturbance component from a signal which is applied to 5 a rotation rate regulator in the rotation rate control loop, or is emitted from it. The expression "read signal" covers all signals which are referred to in this paragraph and from which the disturbance component can be determined. In addition, the expression "read 10 signal" covers the tapped-off read oscillation signal.

The frequency of the read oscillation, that is to say the force transmission of the control forces which are required for frequency control, is in this case 15 controlled by controlling the intensity of an electrical field in which at least a part of the resonator oscillates, with an electrical attraction force between the resonator and an opposing piece, which is fixed to the frame and surrounds the 20 resonator, preferably being non-linear.

The invention furthermore provides a closed loop version of a Coriolis gyro which has a rotation rate control loop and a quadrature control loop and is 25 characterized by a device for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation, having:

- a disturbance unit which passes a disturbance signal to the rotation rate control loop or to the 30 quadrature control loop,
- a disturbance signal detection unit, which determines a disturbance component which is contained in a read signal (which represents the read oscillation) and has been produced by the disturbance 35 signal, and

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER  LITEF GmbH - 102 48 733.2- 54	File Reference  53.972	March 1, 2004
--	------------------------------	---------------

- 10 -

- a control unit, which controls the frequency of the read oscillation such that the strength as well as the amplitude or intensity of the disturbance component which is contained in the read signal are as small as 5 possible,

- wherein the disturbance unit and the disturbance signal detection unit are designed such that either the disturbance unit passes the disturbance signal to the rotation rate control loop and the disturbance signal 10 detection unit determines the disturbance component from the signals which occur within the quadrature control loop, or such that the disturbance unit passes the disturbance signal to the quadrature control loop, and the disturbance signal detection unit determines 15 the disturbance component from the signals which occur within the rotation rate control loop.

The disturbance signal is preferably an alternating signal at a fixed disturbance frequency, with the 20 device for electronic tuning of the read oscillation frequency and stimulation oscillation frequency in this case advantageously having a demodulation unit which demodulates the read signal at the fixed disturbance frequency, and thus determines the disturbance 25 component which is contained in the read signal. Fundamentally, the disturbance signal may be introduced into the control loops (the rotation rate control loop and a quadrature control loop) at any desired point.

30 One exemplary embodiment of the invention will be explained in more detail in the following text with reference to the accompanying figures, in which:

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER LITEF GmbH - 102 48 733.2- 54	File Reference 53.972	March 1, 2004
---	--------------------------	---------------

- 11 -

**Figure 1** shows the schematic design of a Coriolis gyro which is based on the method according to the invention; and

5 **Figure 2** shows the schematic design of a conventional Coriolis gyro.

First of all, one exemplary embodiment of the method according to the invention will be explained in more 10 detail with reference to Figure 1. In this case, parts and/or devices which correspond to those in Figure 2 are identified by the same reference symbols, and will not be explained once again.

15 A Coriolis gyro 1' is additionally provided with a disturbance unit 26, a demodulation unit 27 and a read oscillation frequency regulator 28.

The disturbance unit 26 produces an alternating signal 20 at a frequency mod, which is added to the output signal from a rotation rate regulator 21 (that is to say at the force output from the quadrature control loop). The collated signal which is obtained in this way is supplied to a (third) modulator 22, whose 25 corresponding output signal is applied to a force transmitter (not shown), and thus to the resonator 2. Provided that the frequency of the read oscillation does not essentially match the frequency of the stimulation oscillation, the alternating signal which 30 is produced by the disturbance modulation unit 26 is observed, after "passing through" the resonator 2, in the form of a disturbance component on the tapped-off read oscillation signal. The tapped-off read oscillation signal is subjected to a demodulation 35 process, which is carried out by means of a fourth

- 12 -

demodulator 19, and is supplied to a fourth low-pass filter 20, whose output signal is applied both to a rotation rate regulator 21 and to the demodulation unit 27. The signal which is supplied to the demodulation unit 27 is demodulated using a modulation frequency mod which corresponds to the frequency of the alternating signal which is produced by the disturbance unit 26. The disturbance component or the signal which represents the disturbance is thus determined. The demodulation unit 27 in this example can thus be regarded as a disturbance signal detection unit. An output signal from the demodulation unit 27 is supplied to the read oscillation frequency regulator 28 which sets the frequency of the read oscillation as a function of this, such that the output signal from the demodulation unit 27, that is to say the strength of the observed disturbance component, is a minimum. When a minimum such as this has been reached, then the frequencies of the stimulation oscillation and of the read oscillation essentially match. The signal which is supplied to the demodulation unit 27 may also, as an alternative to the signal which is supplied to the rotation rate regulator 21, be the signal which the rotation rate regulator 21 emits.

25

As already mentioned, and as an alternative to this, the alternating signal which is produced by the disturbance unit 26 can also be added to an output signal from the rotation rate regulator 21. In this case, the signal which is supplied to the demodulation unit 27 would be tapped off at the input or output of the quadrature regulator 17.

Furthermore, in principle, it is possible to feed the disturbance signal (in this case the alternating

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER LITEF GmbH - 102 48 733.2-54	File Reference 53.972	March 1, 2004
---	--------------------------	---------------

- 13 -

signal, although other disturbance signals such as band-limited noise are also possible) into the quadrature control loop at any desired point (not only directly upstream of the third modulator 22), that is 5 to say at any desired point between the point at which the read oscillation is tapped off and the third modulator 22. Analogous considerations apply to the feeding of the disturbance signal into the rotation rate control loop.

10 Once the Coriolis gyro 1' has been switched on, it is advantageous to set the modulation frequency mod of the alternating signal to a high value in order to quickly achieve coarse control of the read oscillation 15 frequency. It is then possible to switch to a relatively low modulation frequency mod, in order to precisely set resonance of the read oscillation. Furthermore, the amplitude of the modulation frequency mod can be greatly reduced a certain time after 20 stabilization of the rotation rate regulator 21 and/or of the quadrature regulator 17. Since the alternating signal at the output of the rotation rate control loop, that is to say the third control loop, is compensated, there is generally no need for any blocking filter for 25 the modulation frequency mod in the rotation rate control loop.

The rotation rate regulator 21 at the same time has the effect of associating the third demodulator 15 and the 30 fourth demodulator 19 in the correct phase with the force transmitters for the rotation rate control loop (cosine-wave forces) and quadrature control loop (sin-wave forces). The rotation rate (fourth control loop) and quadrature control loop (third control loop) 35 can thus be separated even when phase shifts occur in

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER  LITEF GmbH - 102 48 733.2- 54	File Reference  53.972	March 1, 2004
--	------------------------------	---------------

- 14 -

the analog electronics of the Coriolis gyro 1' which, in particular, can vary as a function of the temperature. In general, a high bias will occur in the quadrature control loop. If this control loop and the 5 rotation rate control loop are not clearly separated from one another, this bias will also appear in the rotation rate control loop.

Even when electronic frequency matching between the 10 stimulation oscillation and the read oscillation is not desirable, the described control mechanism can be used to ensure that the quadrature control loop and the rotation rate control loop are orthogonal. In this 15 case, the controlled variable is the reference phase of the third and of the fourth demodulator 15, 19, which are respectively "responsible" for quadrature components and rotation rate components of the read oscillation. This control process is preferably carried out digitally in a signal processor (DSP) and makes the 20 Coriolis gyro insensitive to phase shifts in the analog electronics.

In the case of a second, alternative method for 25 electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency of the stimulation oscillation in a Coriolis gyro, a disturbance force is applied to the resonator of the Coriolis gyro in such a way that a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced, and b) the read oscillation 30 is changed such that a read signal which represents the read oscillation contains a corresponding disturbance component, wherein the frequency of the read oscillation is controlled such that any phase shift between a disturbance signal which produces the 35 disturbance force and the disturbance component which

- 15 -

is contained in the read signal is as small as possible.

In this case, the wording "resonator" means the entire  
5 mass system (or a part of it) which can be caused to oscillate in the Coriolis gyro - that is to say that part of the Coriolis gyro which is annotated with the reference number 2.

10 A significant discovery on which the second alternative method is based is that the "time for disturbance to pass through", that is to say an artificial change to the read oscillation resulting from the application of appropriate disturbance forces to the resonator to pass  
15 through the resonator, that is to say the time which passes from the effect of the disturbance on the resonator until the disturbance is tapped off as part of the read signal, is dependent on the frequency of the read oscillation. The shift between the phase of  
20 the disturbance signal and the phase of the disturbance component signal which is contained in the read signal is thus a measure of the frequency of the read oscillation. It can be shown that the phase shift assumes a minimum when the frequency of the read  
25 oscillation essentially matches the frequency of the stimulation oscillation. If the frequency of the read oscillation is thus controlled such that the phase shift assumes a minimum, then the frequency of the read oscillation is thus at the same time essentially  
30 matched to the frequency of the stimulation oscillation.

In a third alternative method for electronic tuning of the frequency of the read oscillation to the frequency  
35 of the stimulation oscillation in a Coriolis gyro, the

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER LITEF GmbH - 102 48 733.2- 54	File Reference 53.972	March 1, 2004
---	--------------------------	---------------

- 16 -

resonator of the Coriolis gyro has a disturbance force applied to it such that a) the stimulation oscillation remains essentially uninfluenced and b) the read oscillation is changed such that a read signal which 5 represents the read oscillation contains a corresponding disturbance component, with the disturbance force being defined as that force which is caused by the signal noise in the read signal. The frequency of the read oscillation is in this case 10 controlled such that the strength of the disturbance component which is contained in the read signal, that is to say the noise component, is as small as possible.

The word "resonator" in this case means the entire mass 15 system which can be caused to oscillate in the Coriolis gyro - that is to say that part of the Coriolis gyro which is identified by the reference number 2. The essential feature in this case is that the disturbance forces on the resonator change only the read 20 oscillation, but not the stimulation oscillation. With reference to Figure 2, this would mean that the disturbance forces acted only on the second resonator 4, but not on the first resonator 3.

25 A significant discovery on which the third alternative method is based is that a disturbance signal in the form of signal noise, which occurs directly in the tapped-off read oscillation signal or at the input of the control loops (rotation rate control 30 loop/quadrature control loop) can be observed to a greater extent in the tapped-off read oscillation signal after "passing through" the control loops and the resonator, the less the extent to which the frequency of the read oscillation matches the frequency 35 of the stimulation oscillation. The signal noise, which

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER LITEF GmbH - 102 48 733.2-54	File Reference 53.972	March 1, 2004
---	--------------------------	---------------

- 17 -

is the signal noise of the read oscillation tapping-off electronics or the random walk of the Coriolis gyro, is applied, after "passing through" the control loops, to the force transmitters and thus produces corresponding 5 disturbance forces, which are applied to the resonator and thus cause an artificial change in the read oscillation. The "penetration strength" of a disturbance such as this to the tapped-off read oscillation signal is thus a measure of how accurately 10 the frequency of the read oscillation is matched to the frequency of the stimulation oscillation. Thus, if the frequency of the read oscillation is controlled such that the penetration strength assumes a minimum, that is to say the strength of the disturbance component 15 which is contained in the tapped-off read oscillation signal, that is to say the noise component, is a minimum, then the frequency of the read oscillation is at the same time thus matched to the frequency of the stimulation oscillation.

20 The first method according to the invention which was described for electronic tuning of the read oscillation frequency can be combined as required with the second alternative method and/or with the third alternative 25 method. For example, it is possible to use the method described first while the Coriolis gyro is being started up (rapid transient response), and then to use the third alternative method (slow control process) in steady-state operation. Specific technical refinements 30 as well as further details relating to the methods can be found by those skilled in the art in the patent applications "Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfrequenz eines Corioliskreisels", [Method for electronic tuning of the read oscillation 35 frequency of a Coriolis gyro], LTF-191-DE and

MÜLLER - HOFFMANN & PARTNER LITEF GmbH - 102 48 733.2-54	File Reference 53.972	March 1, 2004
---	--------------------------	---------------

- 18 -

LTF-192-DE from the same applicant, in which, respectively, the second alternative method and the third alternative method are described.

**Deutsches Patent- und Markenamt**

Deutsches Patent- und Markenamt · 80297 München

Müller - Hoffmann & Partner  
Patentanwälte  
Innere Wiener Str. 17  
81667 München

München, den 14. MAI 2004  
Ferndurchwahl: (089) 2195-2729

Aktenzeichen: 102 48 733.2-54  
Anmeldernr.: 3500101  
Litef GmbH

Ihr Zeichen: 53972 Mü/rs

EINGEGANGEN  
MÜLLER · HOFFMANN & PARTNER

21. Mai 2004

Prist LT 21.06.04 fm pr

PS  
VT 07.06.04 fm

**Erteilungsbeschluß**

Auf die Anmeldung 102 48 733.2-54 des/der Herrn, Frau, Firma

Litef GmbH, 79115 Freiburg, DE;

wird ein vom 19.10.2002 an laufendes Patent

unter der Bezeichnung

Verfahren zur elektronischen Abstimmung der  
Ausleseschwingungsfrequenz eines Corioliskreisels

mit den Unterlagen gemäß beigefügter Ablichtung des Vordrucks  
P2480, die Bestandteil dieses Beschlusses ist,

erteilt.

Das Patent führt die Nummer 10248733.

Die unter 6.4. des Vordrucks P2480 angegebenen Teile der Unterlagen  
sind als Beschlussbestandteil in Ablichtung beigefügt.

Auf die umseitig abgedruckte Rechtsmittelbelehrung wird hingewiesen.

Prüfungsstelle für Klasse G01C

Dr.-Ing. N. Bora

**Empfangsbekenntnis**

Bitte Anmeider/Ishaber und Aktenzeichen bei allen Eingaben angeben! Bei Zahlungen auch Verwendungszweck – Hinweise auf der Rückseite beachten!

Dokumentenannahme  
und Nachtrücksäten  
nur  
Zweibrückenstraße 12

Hauptgebäude:  
Zweibrückenstraße 12  
Zweibrückenstraße 5-7 (Breiterhof)  
Markenabteilungen:  
Cincinnatistr. 64  
81534 München

Hausadresse (für Frachtf):  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Zweibrückenstraße 12  
80331 München

Telefon: (089) 2195-0  
Telefax: (089) 2195-2221  
Internet: <http://www.dpma.de>

Zahlungsempfänger:  
Bundeskasse Weiden  
BBk München  
Kto.Nr.: 700 010 54  
BLZ: 700 000 00  
BIC (SWIFT-Code): MARKDEF1700  
IBAN: DE84 7000 0000 0070 0010 54

6. Druckunterlagen für Patentschrift

	6.1.	6.2.	6.3.	6.4.
<b>Beschreibung</b> mit Bezeichnung (Druckvorlagen sind nicht zu verwenden)	geltende Seite	Eingangsdatum	Änderungen gemäß	redaktionelle Änderungen sind vorgenommen in Seite
	2 - 4	18.10.02	( )	
	5 - 13	01.03.04	( <del>14</del> )	S. 13, Z. 1
			( )	
			( )	
			( )	
			( )	
			( )	
			( )	
			( )	
<b>Patentansprüche</b> (bei einzigem Anspruch: "1" eintragbar) (Druckvorlagen sind nicht zu verwenden)	geltende Nummer	Eingangsdatum	Änderungen gemäß	redaktionelle Änderungen sind vorgenommen in Nummer
	1 - 9	01.03.04	( )	
			( )	
			( )	
			( )	
			( )	
<b>Zeichnungen</b> (bei einziger Figur: "1" eintragbar)	geltende Fig.-Nummer	Eingangsdatum	Änderungen gemäß	redaktion. Änderungen sind vorgenommen in Figur-Nr.
	1, 2	18.10.02	( )	
			( )	
			( )	
			( )	
			( )	

- ① Bescheid / Anlage zum Bescheid vom \_\_\_\_\_
- ② Eingabe vom \_\_\_\_\_
- ③ Vereinbarungen in der Anhörung vom \_\_\_\_\_
- ④ Telefonat mit PFT Meier von 9.3.04
- ⑤ \_\_\_\_\_ sind berücksichtigt.

6.5. Eine Zusammenfassung, ggf. mit Zeichnung, ist zu drucken, falls eine OS nicht veröffentlicht wird oder die OS ohne Zusammenfassung veröffentlicht worden ist.

6.6.  Die geänderte Zusammenfassung, eingegangen am \_\_\_\_\_, wird ggf. mit Zeichnung gedruckt.

Prüfungsstelle für Klasse C01C

Dora 09. MRZ. 2004  
Unterschrift des Prüfers, Datum

MÜLLER · HOFFMANN & PARTNER

- 13 -

LITEF GmbH - 102 48 733.2-54

Akte: 53.972

01.03.2004

DE 10248734.C DE 10248735.X

1 quenz eines Corioliskreisels", LTP-191-DE und LTP-192-DE desselben Anmel-  
ders entnehmen, in denen jeweils das zweite alternative Verfahren bzw. das dritt-  
te alternative Verfahren beschrieben sind.

5

10

15

20

25

30

35

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

11)

## URKUNDE

über die Erteilung des

## Patents

Nr. 102 48 733

**IPC**

G01C 19/56

**Bezeichnung**

Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfrequenz eines Corioliskreisels

**Patentinhaber**

Litef GmbH, 79115 Freiburg, DE

**Erfinder**

Schröder, Werner, Prof. Dr., 77955 Ettenheim, DE

**Tag der Anmeldung**

18.10.2002

München, den 28.10.2004



Der Präsident des Deutschen Patent- und Markenamts

*Dr. Schade*

Dr. Schade



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt



(10) DE 102 48 733 B4 2004.10.28

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: 102 48 733.2  
(22) Anmelddatum: 18.10.2002  
(43) Offenlegungstag: 06.05.2004  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28.10.2004

(51) Int Cl.: G01C 19/56  
G01P 9/04

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:  
Litef GmbH, 79115 Freiburg, DE

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 199 39 998 A1  
DE 199 10 415 A1  
DE 198 53 063 A1  
DE 197 39 903 A1  
DE 100 62 347 A1  
DE 44 47 005 A1  
DE 697 06 917 T2  
DE 696 15 468 T2

(74) Vertreter:  
Müller - Hoffmann & Partner Patentanwälte, 81667 München

(72) Erfinder:  
Schröder, Werner, Prof. Dr., 77955 Ettenheim, DE

(54) Bezeichnung: Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Ausleseschwingungsfrequenz eines Corioliskreisels

(57) Hauptanspruch: Verfahren zur elektronischen Abstimmung der Frequenz der Ausleseschwingung auf die Frequenz der Anregungsschwingung in einem Closed-Loop-Corioliskreisel (1'), wobei  
– der Resonator (2) des Corioliskreisels (1') durch eine Störkraft so beaufschlagt wird, dass  
a) die Anregungsschwingung im Wesentlichen unbeeinflusst bleibt, und  
b) die Ausleseschwingung so geändert wird, dass ein die Ausleseschwingung repräsentierendes Auslesesignal einen entsprechenden Störanteil enthält,  
– die Störkraft durch ein Störsignal erzeugt wird, das auf jeweilige Regel-/Rückstellsignale zur Regelung/Kompensation der Ausleseschwingung aufaddiert wird,  
– wobei bei Aufbringen des Störsignals auf den Drehratenregelkreis der Störanteil aus den innerhalb des Quadraturregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird, und bei Aufbringen des Störsignals auf den Quadraturregelkreis der Störanteil aus den innerhalb des Drehratenregelkreises auftretenden Signalen ermittelt wird, und  
– die Frequenz der Ausleseschwingung so geregelt wird, dass die Stärke wie Amplitude oder Intensität des ermittelten Störanteils möglichst klein wird.

